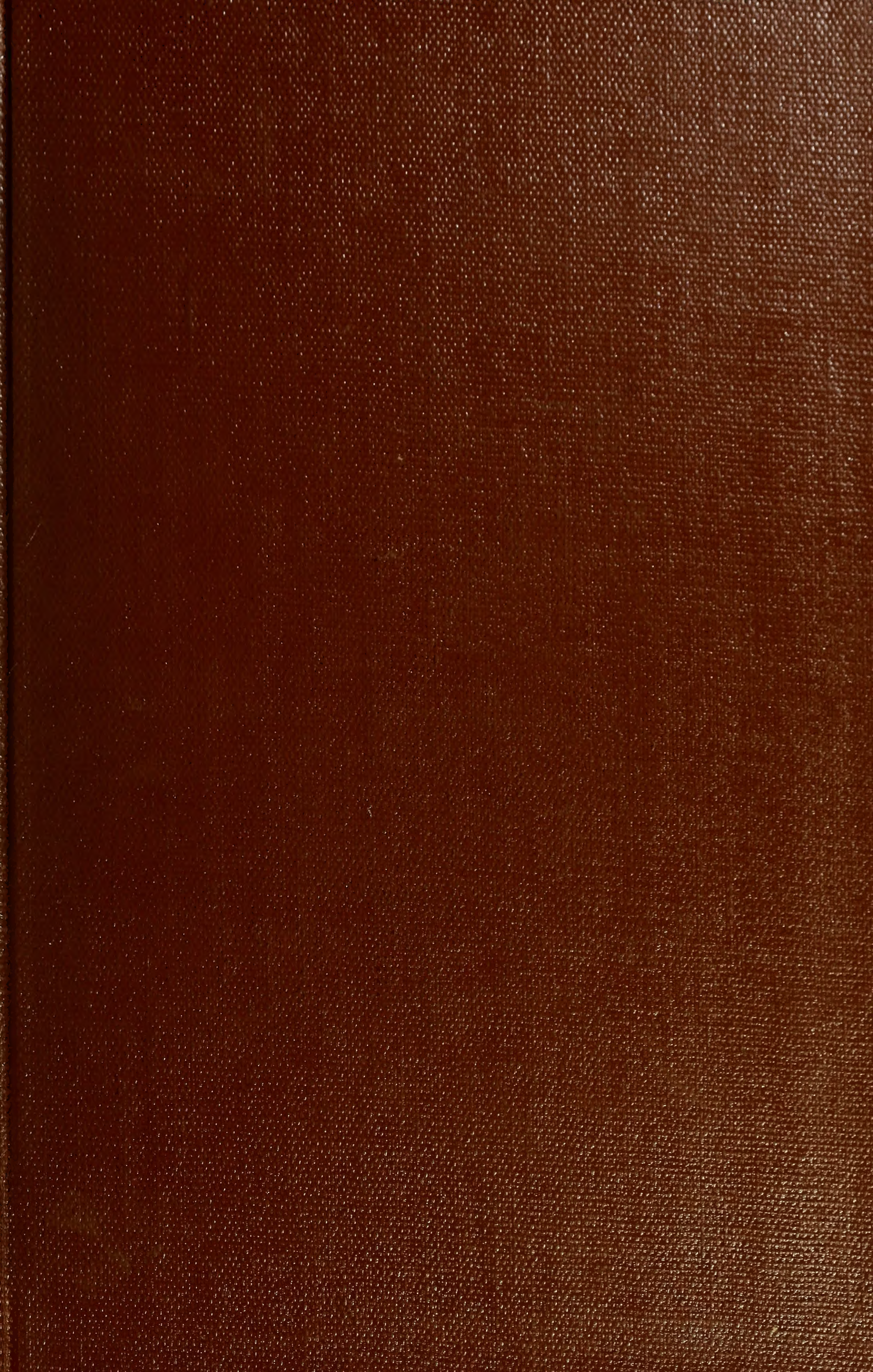
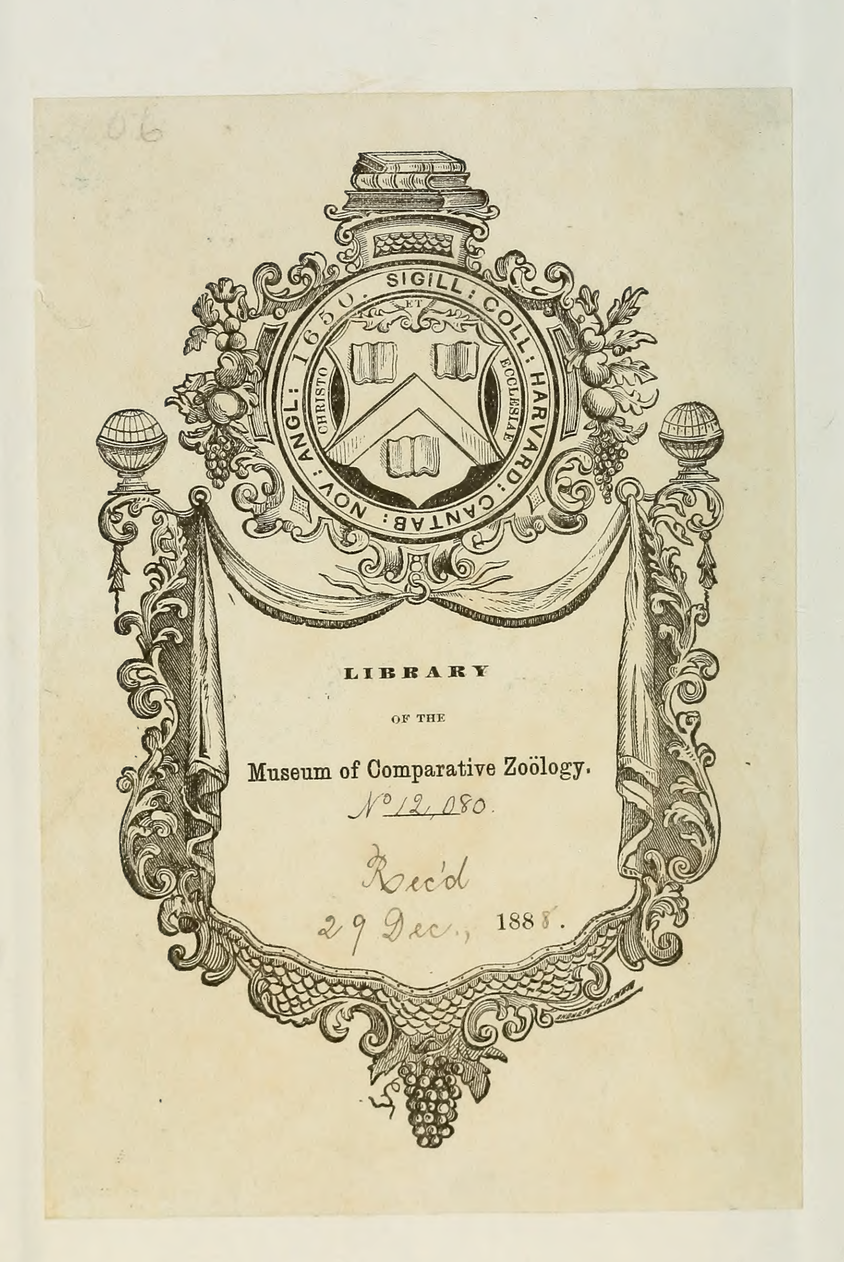



SIGILL: COLL: HARVARD: CANTAB: NOV: ANGL: 1650.
CHRISTO ET ECCLESIAE









Internationale Monatsschrift

für

Anatomie und Histologie.

Herausgegeben

von

R. Anderson in Galway, C. Arnstein in Kasan,
Éd. van Beneden in Lüttich, G. Bizzozero in Turin, J. H. Chievitz
in Kopenhagen, J. Curnow in London, H. F. Formad
in Philadelphia, C. Giacomini in Turin, C. Golgi in Pavia, J. Heiberg
in Christiania, H. Hoyer in Warschau, S. Laskowski in Genf,
A. Macalister in Cambridge, H. W. Middendorp in Groningen
G. Mihálkovics in Buda-Pest, G. Retzius in Stockholm,
A. Watson, Adelaide (Süd-Australien),

A. E. Schäfer in London, L. Testut in Lyon,

und

W. Krause
in Göttingen.

Band III. Mit Tafel I—XVII.

PARIS, Haar & Steinert, Rue Jacob.

LEIPZIG, Georg Thieme. 1886.

LONDON, Williams & Norgate, 14 Henrietta-Street.


HARVARD COLLEGE
DEC 29 1888
LIBRARY.

Inhalt.

Lettre adressée à la rédaction

par

M. L. Ranvier,
Professeur au collège de France à Paris.

Monsieur

Dans un article publié dans le Journal international mensuel d'Anatomie et d'Histologie. T. II. 1885. page 278, Monsieur Bizzozero, professeur à l'université de Turin m'accuse non seulement de ne pas lui avoir rendu justice, mais encore d'avoir cherché à m'approprier un fait découvert par lui.

Pour établir que l'accusation de Monsieur Bizzozero est injuste, il me suffira de citer textuellement les passages suivants de deux communications que j'ai faites à l'Académie des Sciences de Paris.

Dans la première: Nouvelles recherches sur le mode d'union des cellules du corps muqueux de Malpighi, 20. Octobre 1879, on lit:

„Schroen aperçut le premier, sur le bord des cellules épitheliales du corps muqueux de Malpighi, la striation scalariforme, aujourd'hui bien connue de tous les histologistes. Il l'attribue à des canaux poreux qui seraient creusés dans la membrane des cellules et qui les feraient communiquer les unes avec les autres. M. Schultze, après avoir reconnu que les cellules épitheliales sont dépourvues de membrane et ne possèdent pas de cavités, ne pourrait admettre la manière de voir de Schroen. Ayant isolé au moyen du serum jodé les élements cellulaires du corps muqueux, il les vit herissés de pointes et suppose dès lors que la striation observée par Schroen correspondait à des piquants qui affecteraient entre eux des rapports semblables à ceux des dents de deux roues d'engrenage. Plus tard Bizzozero chercha à établir que

les piquants des cellules du corps muqueux ne sont pas engrenés, comme Schultze l'avait cru. Ils seraient soudés bout à bout par leurs pointes et laisseraient entre eux des espaces destinés à la circulation des fluides nutritif.“

Dans la seconde (Acad. des Sciences, Comptes rendus, 26. Décembre 1882): „J'ai communiqué, il y a trois ans, le résultat de mes premières recherches sur l'union des cellules du corps muqueux de Malpighi. J'ai cherché alors à établir que ces cellules sont intimement unies entre elles pas des filaments.

„Cette manière de voir se rapprochait le plus de celle de Bizzozero, dont elle ne différait que sur un point seulement, mais sur un point qui me paraissait essentiel. Cet auteur, en effet, a soutenu que les cellules du corps muqueux de Malpighi sont unies par des piquants soudés bout à bout. J'ai dit au contraire que ces cellules sont réunies par des filaments que j'ai désignés sous le nom de *filaments d'union* et que j'ai considerés comme absolument continus. J'insiste en passant sur cette différence, parce qu'elle n'a pas été comprise par quelques auteurs qui se sont occupés récemment de la question, entre autres Axel Key et Retzius, qui m'ont accusé, par erreur sans doute, de n'avoir pas cité Bizzozero.“

Je n'ai rien à ajouter ni à retrancher. Il faut que Monsieur Bizzozero n'ai pas lu attentivement, car je ne peux pas supposer qu'ayant le texte sous les yeux et l'ayant compris, il ait osé suspecter ma bonne foi. — —

Paris, le 22. Septembre 1885.

Historische Bemerkungen

von

Dr. G. Baur,

(Yale College, New Haven, Connecticut, U. S. America.)

Théorie du squelette humain fondée sur la comparaison ostéologique de l'homme et des animaux vertébrés, par Paul Gervais, Docteur en Médecine et Docteur ès-sciences, Professeur de Zoologie et d'anatomie comparée à la Faculté des Sciences de Montpellier. Paris, Montpellier 1856. 176 p.

Manche, oft sehr wertvolle, Publicationen haben das Unglück, wenig bekannt zu sein; zu diesen gehört das obengenannte Schriftchen von Paul Gervais, dem bekannten französischen Palaeontologen. Das Buch enthält folgende Capitel:

I. Rapports d'organisation qui existent entre l'homme et les animaux.
II. Remarques embryogéniques et paléontologiques sur le squelette.
III. Des ostéodesmes ou segments osseux, dont la succession forme le squelette du corps.
IV. Des membres, envisagés comme résultant de la jonction de plusieurs rayons osseux.
V. Classification des diverses sortes de pièces osseuses.
VI. Des pièces osseuses de la tête.
VII. Des segments osseux du tronc.
VIII. Mode de formation des membres. Comparaison des os qui les comparent.

Das interessanteste aller Capitel ist entschieden das letzte. Wie wenig bekannt es ist, will ich nur an drei Beispielen zeigen.

C. Gegenbaur [1]) hat folgendes Schema für den Carpus und Tarsus aufgestellt:

	Carpus.		Tarsus.	
radiale	= scaphoideum	= tibiale	} = Astragalus.	
Intermedium	= Lunatum	= intermedium		
ulnare	= Triquetrum	= Fibulare	= Calcaneus.	
centrale	= Centrale (bei Nagern, Insectivor. u. Affen.)	= Centrale	= naviculare.	

Beinahe genau zu denselben Resultaten ist Gervais schon 8 Jahre vorher in dem genannten Werkchen gekommen.

Ich führe die betreffenden Stellen an:

p. 146. „Les os du *protarse* véritable sont encore moins nombreux que ceux qui viennent d'être attribués au procarpe.

Au lieu de trois, on n'en compte plus réellement que deux, à peu près disposés comme ceux du procarpe des reptiles, ce sont: l'astragale et le calcanéum; encore ce dernier ne doit-il être regardé comme protarsien que dans sa partie antérieure ou apophysaire.

L'astragale répond très-probablement à plusieurs rayons digitifères, puisqu'il en supporte trois par l'intermédiaire du naviculaire en scaphoïde du pied. Son analogue au membre antérieur est évidemment le scaphoïde du procarpe, ainsi que l'a admis Blainville; MM. Joly et Lancat le regardent, au contraire, comme étant la répétition du semi-lunaire.

Peut-être répond-il également à la fois à ces deux os; mais on n'a pas encore reconnu les deux noyaux différents dont il serait alors composé, et l'examen de son mode de développement, ainsi que les particularités qu'il présente dans la serie des espèces chez lesquelles il existe, pourront seuls permettre de démontrer qu'il en est bien ainsi."

p. 149. „Pour completer ce que nous avons à dire du tarse, il nous reste à parler du *naviculaire* ou *scaphoïde du pied.* On le rapporte tantôt à la rangée protarsienne, tantôt à la rangée

[1]) Untersuch. z. vergl. Anat. d. Wirbeltiere. Carpus u. Tarsus. Leipzig 1864.

mésotarsienne, *mais sa position ne justifie ni l'une ni l'autre de ces classifications.*

Le naviculaire est en général considérable, placé entre l'apophyse antérieure de l'astragale et les trois cunéiformes, aux quelles il donne également articulation. *Ce n'est, à proprement parler, ni un os de la première rangée tarsienne, ni un os de la deuxième. On doit plutôt le considérer comme une pièce exceptionelle, interposée à l'une et à l'autre de ces rangées, et, quel que soit l'allongement du calcanéum, il conserve toujours ces rapports.*"

p. 150. „De Blainville a comparé le naviculaire au scaphoïde de la main, qui aurait quitté son rang entre le calcanéum et l'astragale, pour glisser en avant de ces os et se placer ainsi entre sa propre rangée et celle des os mésotarsiens.

Une nouvelle difficulté se présente donc ici, mais elle peut être levée par l'étude comparative des animaux. On trouve dans le carpe de certaines espèces, un os bien plus semblable par sa position au naviculaire ou scaphoïde du pied. Cette pièce, dont nous n'avons pas encore parlé, est l'os *intermédiaire* ou *surnuméraire* (central).

Elle est facile â voir chez un grand nombre de quadrumanes (entre autres chez le magot), chez la taupe et chez quelques rongeurs. *Je crois l'avoir retrouvée dans le carpe du chien, mais soudée en arrière des os précarpiens. Plusieurs sauriens en sont également pourvus, elle existe alors sous le bord inférieur du scaphoïde et du pyramidal, ici désignés par les noms de radial et de cubital.*"

p. 151. „*Dans cette supposition, il y aurait, au membre antérieur comme au membre postérieur, un os supplémentaire placé entre les deux rangées qui précèdent les métacarpiens ou les métatarsiens. Cet os unique, dont la grandeur est très-variable et dont l'existence, est loin d'être constante, serait: pour le carpe l'os dit intermédiaire (central), et pour le tarse l'os naviculaire, dont la signification est si difficile à établir dans toute autre hypothèse.*"

Gervais ist auch der erste, welcher über die Entwickelung des

Fledermausflügels Beobachtungen gemacht hat. Leche [1]) ist dies entgangen; Regalia [2]) hat schon darauf aufmerksam gemacht.

Gervais sagt p. 154 (conf. auch sein: Mémoire sur la comparaison des membres chez les animaux vertébrés. Ann. d. sc. Nat. Trois. Série Zoologie. Tome vingtième. Paris 1853; ebenfalls eine wenig bekannte Arbeit; auch separat erschienen: De la comparaison des membres chez les animaux vertébrés. Paris 1853. 4. (40 pag.):

> „C'est ainsi qu'en m'occupant du développement d'une espèce de chauvesouris très commune en France, le vespertilion mystacien, j'ai pu m'assurer qu'elle a un cubitus entier pendant l'état fœtal, et que ce cubitus cartilagineux suit le long du radius de ce cheiroptère dans tout son trajet, sans être soudé avec lui. Au contraire, il est réduit chez l'adulte à deux petites pièces creuses, l'une supérieure et l'autre inférieure, séparées entre elles par un intervalle presque égal à la longueur de la diaphyse du radius, et appliquées par ankylose contre les extrémités de celui-ci."

Zum Schluss möchte ich noch bemerken, dass *Gervais der erste war, welcher die paarigen Flossen auf die paarigen zurückführte*; bisher war man der Ansicht, dass G. M. Humphry [3]) zuerst hierauf aufmerksam gemacht habe.

p. 167 sagt Gervais:

> „Les nageoires paires de ces animaux ont été généralement considerées comme répondant aux membres des quadrupèdes, mais on a considéré leurs nageoires impaires comme étant des organes d'un autre ordre que les membres."

und p. 168—169.

> „*Si l'on considère que les rayons des nageoires impaires des poissons ont une analogie incontestable avec ceux dont la réunion forme les nageoires paires des mêmes animaux, c'est à dire leurs*

---

[1]) Ueber die Entwickelung des Unterarms und Unterschenkels bei Chiroptera. Bihang Till X. Svenska Vet. Acad. Handlingar. Band 5. Nr. 15. Stockholm 1879.

[2]) L'extremité carpienne du Cubitus existe dans les Cheiroptères. Zool. Anzeiger. III. 1850. p. 522.

[3]) On the homological relations to one another of the mesial and lateral fins of osseous fishes. Journal of Anat. V. 1871. p. 59—66.

membres véritables, on est naturellement conduit à se demander s'ils ne seraient les homologues de ces derniers, et si l'état d'isolément dans lequel ils restent les unes par rapport aux autres, ne résulterait pas de ce que chacun d'eux ne conserve pas complètement ses rapports avec celui des segments osteodesmiques dont il est tributaire. Alors on pourrait les regarder comme autant de rayons membraux restés libres, et ils seraient les homologues de ceux qui, par leur asservation, donnent naissance aux membres proprement dits sur d'autres points du corps."

Hiermit will ich meine Betrachtungen schliessen. Ich empfehle jedem Morphologen das Werkchen zur näheren Betrachtung.

Yale College Museum, New Haven, Connecticut,
9. October 1885.

Die Retina

von

W. Krause.

(Hierzu Taf. I—III.)

II. Die Retina der Fische.[1]

Cyclostomata.

Petromyzontidae.

1. Petromyzon fluviatilis.

Die Reihenfolge der Schichten ist eine etwas abweichende; sie hat zu mehrfachen Controversen Veranlassung gegeben [vergl. *16*] [2]. Die Opticusfasern verlaufen nämlich chorioidealwärts von den Ganglienzellen; letztere sind nahe an die Membrana limitans (interna) gerückt und liegen vereinzelt. Dies kommt daher [*16*, S. 753], dass die spongiöse, Ganglienzellen- und Opticusfaserschicht sich bei den Neunaugen nicht differenziert haben; die Opticusfasern strahlen in verschiedenen Abständen von der Membrana limitans (interna) in die spongiöse Schicht ein und die Ganglienzellen sind in derselben zerstreut, anstatt eine eigene Schicht zu bilden. Die Differenzierung ist also phylogenetisch betrachtet zurückgeblieben (vergl. S. 11).

Bei einem 30 cm langen Exemplar betrug der äussere verticale Durchmesser des Bulbus 5 mm, der Dickendurchmesser 4 mm [*33*, S. XXXVIII]. — Die Retina im ganzen ist in der Nähe der Eintrittsstelle des N. opticus 0,22 mm dick [*33*], an ihrem vorderen Ende 0,6 mm.

[1]) S. Bd. I. 1884. Heft 4. S. 225.

[2]) Vergl. das beigefügte Litteraturverzeichnis — Nr. 16.

Stäbchen- und Zapfenschicht.

Stäbchen. Dieselben sind 0,069 mm lang, die Aussenglieder 0,019 lang, 0,004 breit, die Innenglieder 0,05 lang, 0,002 mm breit; sie enthalten ein längliches, an der Grenze gegen das Aussenglied quer abgestutztes Stäbchen-Ellipsoid von 0,011 mm Länge auf 0,0076 mm Dicke [*16*]. M. Schultze fand früher [*45*] nur Stäbchen, später [*47*] kurze und lange Zapfen bei Petromyzon fluviatilis, während H. Müller schon früher [*29*] nur eine einzige Art von Zapfen gefunden zu haben glaubte. Nach W. Müller [*33*, S. XL. Taf. XIII] sind die Stäbchen 0,096 mm lang, 0,0064—0,008 dick; das Aussenglied 0,013 lang, seine Basis hat 0,0064 Durchmesser, das Innenglied bis an das Stäbchen-Ellipsoid ist 0,048 mm lang. Letzteres färbt sich mit Pikrokarmin intensiv rot; es erscheint dabei homogen; es ist 0,008—0,0096 mm lang, 0,0064 mm dick. Die Aussenglieder sind conisch mit abgerundeter Spitze; die Innenglieder werden glaskörperwärts vom Stäbchen-Ellipsoid ab dünner.

Zapfen. Sie sind 0,033 mm lang, die Aussenglieder 0,013 lang, 0,0038 breit, die Innenglieder 0,02 lang, 0,006 breit, die Zapfen-Ellipsoide 0,009 lang, 0,0057 mm dick [*16*]. W. Müller [*33*] fand die Zapfen 0,072 lang, die Basis des Aussengliedes 0,0048—0,0056 dick, das Aussenglied 0,019 lang, das Innenglied bis zum Zapfen-Ellipsoid 0,024 mm lang. Das Aussenglied ist conisch, mit abgerundeter Spitze, färbt sich gelb in Pikrokarmin [*33*], zeigt Plättchenzerfall [*16*] und ist längsstreifig [*33*]. Die Zapfen-Ellipsoide verhalten sich wie die Stäbchen-Ellipsoide, sie sind 0,009 mm lang, 0,0057 breit [*16*].

Membrana reticularis s. limitans externa ist im Verhältnis zu anderen Fischen sehr deutlich markiert (Taf. I. Fig. 1). Sie hängt mit Fasern zusammen, die sich zur Membrana fenestrata erstrecken [*33*], besonders auch mit den Enden der radialen Stützfasern [*33*].

Stäbchen- nnd Zapfenkörnerschicht.

Die Dicke der Stäbchen- und Zapfenkörnerschicht beträgt 0,015 mm; die Körner derselben haben 0,012 mm Länge auf 0,006 mm Breite [*4*, S. 415]. Die Dicke der Körnerschicht beträgt 0,03 mm; die Körner haben 0,009 mm Durchmesser [*4*, S. 415].

Die *Stäbchenkörner* sind länglich-ellipsoidisch, 0,008 mm lang, 0,0045 mm breit und dick [*16*]; sie sitzen dicht an der Membrana

reticularis, reichen mittels einer kurzen Stäbchenfaser nach der Membrana fenestrata hin, welcher sie mit einem kleinen Stäbchenfaserkegel aufsitzen.

Zapfenkörner. Sie liegen entfernter von der Membrana reticularis, reichen teilweise chorioidealwärts über dieselbe hinaus [*33*], sind mehr rundlich als die Stäbchenkörner, von 0,006 mm Durchmesser [*33*], von 0,005 Länge und 0,0055 mm Dicke [*16*]. Sie gehen nicht in eine Zapfenfaser über, sondern die Zapfenfaserkegel, welche grösser sind als die Stäbchenfaserkegel, sitzen unmittelbar dem Zapfenkorn an.

Die Dicke der Schicht beträgt 0,016 mm [*33*].

Membrana fenestrata. Sie ist sehr undeutlich und wird hauptsächlich von den Stäbchen- und Zapfenfaserkegeln gebildet. — W. Müller fand sie ebenso wie bei Petromyzon Planeri (S. 17) beschaffen.

Körnerschicht.

Membrana perforata. Dieselbe besteht aus einer einfachen Lage grosser granulierter Zellen von ziemlich cubischer Gestalt; jede besitzt einen schönen kugeligen, mit deutlicher Kernmembran und einem grossen glänzenden Kernkörperchen (Taf. I. Fig. 1 *Mp*) versehenen Kern. Dies alles giebt ihnen eine sehr grosse Aehnlichkeit mit Ganglienzellen und sogar M. Schultze [*45*] hat diese Zellen für solche gehalten, ebenso Langerhans (bei Petromyzon Planeri). Der Membrana perforata anderer Fische wurde sie erst später [*14* u. *16*, S. 754] homologisiert. Die Zellen zeigen nur kurze Ausläufer, hängen nicht unter einander zusammen, sondern bilden auf Flächenansichten eine musivische, sehr an Plattenepithelien erinnernde Lage. Jedoch bleiben kleine helle, länglich-ovale Lücken (Taf. I. Fig. 3) zwischen den Zellenkanten und durch dieselben treten die radialen Stützfasern hindurch.

Stratum lacunosum. Glaskörperwärts folgen auf die Membrana perforata zwei Lagen von der Retinalebene parallelen Fasern, die durch eine dazwischen befindliche einfache Zellenlage (Taf. I. Fig. 1 bei *str*) getrennt werden. Irrtümlich wurden die Faserlagen von M. Schultze und Langerhans für die Opticusfaserschicht gehalten und erst im Jahre 1872 richtig gedeutet. Die Kerne des Stratum lacunosum sind abgeplattet-oval [*7*, Taf. XXXIII. Fig. 2], sie liegen zwischen den Fasern, so dass die meisten der letzteren an der Chorioidealseite sich hinziehen.

Die Dicke der Membrana perforata und des Stratum lacunosum zusammen beträgt im Mittel 0,032 mm [*33*].

Körner. Es sind auch unter den eigentlichen Körnern noch eine chorioidealwärts gelegene, lockerer gefügte und eine glaskörperwärts an die spongiöse Schicht anstossende Abteilung zu unterscheiden [*33*].

Die chorioidealwärts gelegene Abteilung enthält ausser den Kernen die radialen Stützfasern, die radiär gestellt, länglich-ellipsoidisch und abgeplattet sind, noch zwei Arten von Zellen. — Die grösseren Zellen haben blasse aber deutliche, birnförmige oder ellipsoidische Zellenkörper, enthalten einen grossen Kern und senden Fortsätze ab. Der chorioidealwärts verlaufende ist dicker, teilt sich gabelförmig, die Aeste durchsetzen die Lücken des Stratum lacunosum. Der glaskörperwärts gerichtete blasse Fortsatz ist noch feiner und verliert sich zwischen den Körnern der folgenden Abteilung. — Die zweite Art von Körnern hat eine nur sehr dünne, den kugeligen Kern umgebende Protoplasmahülle; sie sendet sehr feine Fortsätze aus, die aber nicht über weitere Strecken verfolgbar sind [*33*].

Die glaskörperwärts gelegene Abteilung enthält ausser den Fortsetzungen der radialen Stützfasern eine bis zwei Lagen rundlicher oder birnförmiger, ziemlich dicht gehäufter Zellen, mit kugeligem, den Zellenkörper fast ganz ausfüllenden Kern und einem deutlicheren, zur spongiösen Schicht verlaufenden Fortsatz. Ein anderer chorioidealwärts gerichteter Fortsatz ist weniger deutlich.

Die Dicke der eigentlichen Körnerschicht beträgt 0,04 mm [*33*].

Spongiöse Schicht. Die glaskörperwärts auf die Körner folgende Schicht ist eine Opticusfaserlage. Dann erst schliesst sich die bis zur Membrana limitans (interna) reichende spongiöse Schicht an, in welcher grosse Ganglienzellen einzeln zerstreut liegen. Die drei Schichten: *spongiöse Schicht, Ganglienzellenschicht und Opticusfaserschicht haben sich also bei den niedrig stehenden Petromyzonten noch nicht differenziert* [*16*], und hierin ist der Schlüssel für die auffallenden Lagerungsverhältnisse sowie für das Verständnis der Petromyzontenretina überhaupt zu suchen.

Die spongiöse Schicht zeigt ein deutlich netzförmiges Gewebe; im frischen Zustande erscheint sie blass, homogen mit kleinen Körnchen.

Ihre Dicke beträgt 0,048 mm, sie überzieht auch die Eintrittsstelle des Sehnerven in einer Dicke von 0,06 mm [*33*].

Ganglienzellenschicht. Die grossen, mit deutlichem, rundlich-ellipsoidischem Kern versehenen Zellen liegen in ziemlich regelmässigen Abständen innerhalb der spongiösen Schicht; sie reichen bis dicht an die Membrana limitans (interna, Taf. I. Fig. 1 *Ml*). Die Zellen nahe an der Membrana limitans (interna) sind 0,011—0,02 mm lang, 0,0064 bis 0,011 dick, ihr Kern hat 0,01 mm Länge auf 0,008 Breite; die Axencylinderfortsätze verhalten sich wie bei Petromyzon Planeri [*33*].

Opticusfaserschicht. Sie liegt, wie eben gesagt, zwischen der Körner- und der spongiösen Schicht. Ihre Dicke beträgt an der Eintrittsstelle des Sehnerven 0,04 mm [*33*]; sie vermindert sich gegen das vordere Ende der Retina hin. Daselbst sind die Fasern zu kleinen Bündeln vereinigt. An der Eintrittsstelle sind spärliche, langgestreckte verästelte Bindegewebszellen zwischen den Nervenfasern vorhanden. Letztere Fasern treten schliesslich als Axencylinderfortsätze mit den Ganglienzellen der spongiösen Schicht in Verbindung [*33*, Taf. XIII, Fig. 6] und es gehen durchaus keine Sehnervenfasern zu den übrigen Schichten der Retina [*33; 16*].

Membrana limitans (interna). Die Ansätze der radialen Stützfasern sind leichte, geschweifte Anschwellungen [*33*].

Entwickelung der Retina bei Petromyzonten. Ueber dieselbe liegt eine ausführliche Darstellung [*33*] von Petromyzon fluviatilis und Planeri vor, auf welche hier verwiesen werden muss. Hervorzuheben sind daraus folgende, für die Morphologie der Retina im allgemeinen interessante Punkte:

1. Die Retina führt zu keiner Zeit ihres Bestehens Blutgefässe. Dies gab W. Müller Veranlassung, die bindegewebigen, nicht aus dem Mesoderm, sondern aus dem Ectoderm (Neuroderm) abzuleitenden Bestandteile wie die radialen Stützfasern, die Membrana perforata u. s. w. als *Fulcrum*, Fulcrumzellen, zu unterscheiden.

2. Die Iris besteht aus einer Pars chorioidealis und einer Pars retinalis [*33*, Taf. XII. Fig. 7]. Die letztere ist ein Doppelblatt, dessen beide Teile am Pupillarrande umbiegend in einander übergehen [vergl.

auch *23*, Taf. VI. Fig. 6, woselbst die Iris der Larve von Petromyzon oder des Querders, Ammocoetes, dargestellt ist]. Der vordere Teil hängt continuierlich mit dem Pigmentblatt der Retina, der hintere Teil mit der Pars ciliaris der eigentlichen Retina zusammen. Ueber den Bau dieser Pars ciliaris bei Petromyzon fluviatilis vergl. *33* [Taf. XII. Fig. 7]. Die Schlüsse, welche der Homologie nach aus dem Bau der Petromyzonten-Iris auf diejenige der höheren Wirbeltiere zu ziehen sind, wurden bereits früher [1]) entwickelt.

3. Der Gegend des Circulus venosus ciliaris s. Canalis Schlemmii entsprechend, findet sich bei allen Petromyzonten ein Plexus ciliaris venosus, der demnach eine sehr alte Einrichtung darstellt [*33*, S. XXXVIII].

4. Die Durchkreuzung der beiden Sehnerven ist eine vollständige [*36*, *23*, *33*], womit einer früheren Angabe [*32*] widersprochen wird.

2. Petromyzon marinus.

H. Müller [*30*] beschrieb die Elemente der Stäbchen- und Zapfenschicht zuerst; er deutete die längeren als Zapfen, die kürzeren als Stäbchen, während das Umgekehrte richtig ist. Die Retina verhält sich wie bei Petromyzon fluviatilis, nur sind ihre Elementarteile durchschnittlich etwas grösser [*33*].

Bei einem 80 cm langen Exemplar betrug der verticale äussere Durchmesser des Bulbus 8 mm, der Dickendurchmesser 6 mm [*33*]. In der Nähe der Eintrittsstelle des N. opticus ist die Retina 0,22 mm dick [*33*], am vorderen Ende 0,6 mm.

Stäbchen- und Zapfenschicht.

Stäbchen. Sie sind 0,096 mm lang, 0,0064—0,008 dick. Die conischen Aussenglieder sind 0,013 mm lang, ihre Basis hat 0,0048 bis 0,0056 mm Durchmesser. Die Stäbchen-Ellipsoide sind 0,008—0,0092 mm lang, 0,0064 mm dick. Der Abstand des Ellipsoides von der Membrana reticularis beträgt 0,048 mm.

Zapfen. Sie sind 0,064 mm lang, 0,0048—0,0056 mm dick, die Aussenglieder conisch, 0,014 mm lang. Der Abstand des Zapfen-Ellipsoides von der Membrana reticularis beträgt nur 0,017 mm.

---

[1]) Vergl. diese Monatsschrift. 1884. Bd. I. H. 3. S. 223.

Membrana reticularis.

Stäbchen- und Zapfenkörnerschicht.

Ihre Dicke beträgt 0,02 mm [*33*].

Stäbchenkörner. Sie sind ellipsoidisch, kürzer als bei Petromyzon Planeri.

Zapfenkörner. Dieselben sind mehr rundlich als bei Petromyzon Planeri, von 0,006 mm Durchmesser [*33*], der Körper der Sehzelle glaskörperwärts vom Zapfenkorn dicker, mit Karmin sich stark färbend, die Zapfenfaser geht in einen deutlichen Zapfenkegel über [*33*, Taf. XIV. Fig. 5 *b*].

Membrana fenestrata. Die chorioidealwärts ebene Granulosa externa von W. Müller ist durch eine Reihe flacher, von den radialen Stützfasern gebildeter Bogen ausgezeichnet [*33*, Taf. XIV. Fig. 5], welche an die Arkaden (S. 32) bei Acipenser erinnern [*33*].

Körnerschicht.

Membrana perforata. Ihre Dicke beträgt in radialer Richtung 0,012 mm, ihre Länge und Breite 0,016—0,02 mm [*33*]. Der Kern ist ellipsoidisch, 0,01 lang, 0,0048—0,008 mm dick; die Zellen sind mit mehreren kurzen Fortsätzen versehen. In den Arkaden liegen kleinere Zellen [*33*] resp. Kerne.

Stratum lacunosum. Es besteht aus zwei Faserlagen und einer dazwischen eingeschlossenen einfachen Zellenlage. Die Zellen gleichen denjenigen der Membrana perforata, sind aber etwas weniger dick [*33*]. Die Lücken zwischen beiden Arten Zellen sind weit grösser als bei Petromyzon Planeri und haben bis zu 0,012 mm Durchmesser [*33*].

Die Dicke der Membrana perforata und des Stratum lacunosum zusammen beträgt im Mittel 0,032 mm [*33*].

Körner. Die Dicke der eigentlichen Körnerschicht beträgt 0,032 [*33*]. Sie besteht, wie bei Petromyzon fluviatilis (S. 11), aus zwei Abteilungen, von denen die chorioidealwärts gelegene sehr locker gefügt ist [*33*, Taf. XIV. Fig. 5 *c*]. — Die ellipsoidischen Kerne der radialen Stützfasern haben 0,008—0,012 mm Länge auf 0,003—0,005 mm Breite und Dicke [*33*]. — Die grösseren birnförmigen Zellen sind 0,01—0,012 mm lang, 0,006 mm dick, ihr Kern hat 0,0048—0,0064 mm Durchmesser [*33*]. — Die Zellen der glaskörperwärts gelegenen Abteilung enthalten einen kugeligen Kern von 0,0064—0,018 mm Durchmesser [*33*].

Sacchi [*44*] giebt eine etwas andere Darstellung seines Stratum intergranulosum. Danach besteht die Membrana fenestrata aus einer granulierten Substanz. Glaskörperwärts folgen nervöse Basalzellen von kugeliger Form, wie sie bei Emys europaea chorioidealwärts liegen; dann eine Lage kernhaltiger Zellen (Cellule esterne dello strato intergranulare, Sacchi). Die Basalzellen sind unregelmässig eiförmig, nach Sacchi nervös, mit granuliertem Protoplasma, mit feinen Fortsätzen versehen. — Was die Körnerschicht anlangt, so sind die äusseren Zellen des Stratum intergranulosum [Sacchi, *20*] eckig, ihre Längenausdehnung findet in tangentialer Richtung statt, von den Ecken gehen kurze Fortsätze aus. Das Protoplasma des Zellenkörpers ist homogen, der Kern länglich und gläzennd (vergl. Taf. I. Fig. 2 *k*).

Die mittlere, fibröse Lage des Stratum intergranulosum besteht nicht aus Opticusfasern, sondern aus abgeplatteten, spindelförmigen, 0,1—0,3 mm langen, 0,003—0,004 mm dicken Zellen, wie die von Emys europaea. Sie sind leicht zu isolieren, ihre beiden Fortsätze bleiben unverästelt; sie sind ganz homogen.

Die innere oder dritte Lage des Stratum intergranulosum besteht aus sehr grossen Zellen, die viel grösser sind als diejenigen der äusseren Lage. Ihre Längsaxe liegt in tangentialer Richtung, der länglich-ellipsoidische Kern an ihrer chorioidealen Seite. Sie sind polygonal und entsenden von ihren Winkeln feine homogene Fortsätze zwischen die benachbarten Zellen, ohne zu anastamosieren. Von Langerhans [*23*] sind sie für Ganglienzellen gehalten worden. Die Fortsätze endigen frei und sind kürzer, als diejenigen der Zellen der äusseren Lage.

Auf die grossen polygonalen Zellen folgt eine doppelte Lage von *Körnern* (kleinen Ganglienzellen), welche die Kerne der Radialfasern enthält, dann eine dünne Schicht Opticusfasern und schliesslich die granulierte Schicht (Neurospongium).

Spongiöse Schicht. Ueber die Lagerungsverhältnisse s. Petromyzon fluviatilis (S. 11). — Ihre Dicke beträgt 0,048 mm [*33*]; sie überzieht auch die Eintrittsstelle des Sehnerven in einer Dicke von 0,06 mm [*33*].

Opticusfaserschicht. Sie ist nahe der Eintrittsstelle des Sehnerven 0,04 mm dick [*33*].

Ganglienzellenschicht. Die nahe der Membrana limitans (in-

terna) gelegenen Zellen haben dieselben Dimensionen, wie die Ganglienzellen von Petromyzon fluviatilis (S. 12), denen sie in jeder Beziehung gleichen.

Membrana limitans (interna). Verhält sich wie bei Petromyzon fluviatilis (S. 12).

3. Petromyzon Planeri.

Die Retina dieses Tieres verhält sich wie bei Petromyzon fluviatilis; untersucht ist sie von Langerhans [*23*] und W. Müller [*33*] Bei Exemplaren von 14 cm mittlerer Körperlänge beträgt der äussere verticale Durchmesser des Bulbus 2,05 mm, der Dickendurchmesser 1,95 mm [*33*]. In der Nähe der Eintrittsstelle des N. opticus ist die Retina 0,18 mm dick [*33*], am vorderen Ende 0,1 mm.

Stäbchen- und Zapfenschicht.

Stäbchen. Sie sind 0,057 mm lang, das Aussenglied 0,008 mm lang, seine Basis von 0,04 mm Durchmesser. Das Innenglied enthält ein Stäbchen-Ellipsoid von 0,005 mm Länge auf 0,0032 mm Dicke; es liegt 0,018 mm von der Membrana reticularis entfernt [*33*]. Langerhans schreibt dem Innenglied nur 0,02 mm Länge zu; das Ellipsoid färbt sich braun in 0,1 procentiger Ueberosmiumsäure. Ersteres besitzt eine Membran, die sich in Längsfalten legt (Taf. I. Fig. 5).

Zapfen. Sie sind 0,043 mm lang [*33*], das Aussenglied 0,096 mm, nach Langerhans [*19*] die Zapfen 0,0176, das Aussenglied nur 0,064 mm lang, das Innenglied nach M. Müller 0,014, nach Langerhans 0,0112 mm lang.

Membrana reticularis s. limitans externa verhält sich wie bei Petromyzon fluviatilis [*33*].

Stäbchen- und Zapfenkörnerschicht.

Die *Stäbchenkörner* sind spindelförmig, sie reichen nicht dicht an die Membrana reticularis und sitzen fast unmittelbar mit einem kleinen Stäbchenfaserkegel der Membrana fenestrata auf.

Zapfenkörner. Sie liegen dicht an der Membrana reticularis, reichen chorioidealwärts teilweise über dieselbe hinaus, sind länglicher als bei Petromyzon fluviatilis und marinus [*33*]. Sie gehen in eine Zapfenfaser über, welche mit je einem Zapfenfaserkegel, die grösser sind als die Stäbchenfaserkegel, der Membrana fenestrata aufsitzt.

Die Lagerung der Stäbchen- und Zapfenkörner würde mithin nach W. Müller die umgekehrte sein im Vergleich wie ich sie bei Petromyzon fluviatilis (S. 10) gefunden hatte (Taf. I. Fig. 1).

Nach Langerhans [*23*] kommen Stäbchenkörner sowohl dicht an der Membrana reticularis, als in grösserer Entfernung von derselben vor. Jedenfalls scheint W. Müller's Darstellung etwas schematisiert zu sein.

Zwischen den Stäbchen- und Zapfenkörnern ragen Fasern oder auch kernhaltige Zellen, deren Basis mit der Membrana fenestrata zusammenhängt, chorioidealwärts gegen die Membrana reticularis hin, an welcher sie mit kolbigen Anschwellungen aufhören [*23*]. — Letztere erinnern an die Landolt'schen Kolben bei Amphibien (s. Salamandra maculosa) und scheinen Ersatzzellen zu sein (W. Krause).

Die Dicke der Schicht beträgt 0,024 mm [*33*].

Membrana fenestrata. Die Granulosa externa von W. Müller ist im Mittel 0,003 mm dick und besteht aus einer doppelten Lage feiner, netzförmig verzweigter Fasern, deren verbreiterte Knotenpunkte zum Teil flache, linsenförmige Kerne enthalten. Das Netzwerk hängt mit den hindurchtretenden radialen Stützfasern durch Ausläufer der letzteren zusammen [*33*].

Körnerschicht.

Membrana perforata. Sie ist 0,018 mm dick [*33*]. Ihre annähernd cubischen Zellen besitzen eine chorioidealwärts gerichtete Verlängerung; in dieser Richtung sind sie 0,018 mm lang, im übrigen 0,009—0,011 mm dick, mit einem grossen kugeligen Kern von 0,005—0,0064 mm Durchmesser. Zugespitzte Fortsätze dringen in das Netz der Membrana fenestrata sowohl wie in die glaskörperwärts befindliche benachbarte Zellenlage des Stratum lacunosum ein [*33*]. Zwischen den Zellen treten die radialen Stützfasern hindurch; sie sind mit je einem zweiten kleineren elliptischen Kern von 0,006 mm Länge auf 0,003 mm Dicke ausgestattet [*33*]; der eigentliche, grössere Kern der Radialfaser liegt wie gewöhnlich zwischen den (inneren) Körnern [*33*, Taf. XIII. Fig. 4 *e*].

Nach anderer Angabe [*23*] haben die Zellen der chorioidealwärts gekehrten Lage zahlreiche lange Ausläufer, von denen einer in eine Opticusfaser übergehen soll (was ganz unrichtig ist), andere treten, wie es scheint, in die Zapfenfaserkegel ein — worüber die Beobachtungen Dogiel's bei Acipenser (S. 32) zu vergleichen sind.

Stratum lacunosum. Dasselbe besteht, wie bei Petromyzon fluviatilis, aus zwei Faserlagen, die durch eine einfache Lage quadratischer, aber etwas abgeplatteter Zellen von 0,012—0,014 mm Länge auf 0,01 bis 0,012 mm Dicke gebildet wird; die Fasern sind Ausläufer platter Zellen. Das Protoplasma der quadratischen Zellen färbt sich sehr wenig mit Pikrokarmin [*33*]; zwischen ihnen bleiben rundliche Lücken zum Durchtritt der radialen Stützfasern.

Körner. Die eigentliche Körnerschicht ist 0,032 mm dick [*33*]. — Die Kerne der radialen Stützfasern sind 0,003 mm dick, 0,008 mm lang. — Die grösseren ellipsoidischen Zellen der chorioidealwärts gelegenen Abteilung (s. Petromyzon fluviatilis, S. 11) haben 0,006—0,008 mm Länge auf 0,004 mm Dicke [*33*], während die kleineren Zellen derselben Abteilung im Mittel 0,0045 mm Durchmesser zeigen. — Die Zellen der glaskörperwärts gelegenen Abteilung sind 0,0048—0,0064 mm gross [*33*].

Nach anderer Angabe [*19*, Taf. VII. Fig. 4 *a*] sind unter den Körnern kleine rundliche Ganglienzellen verstreut, die mit den oben genannten birnförmigen oder ellipsoidischen Zellen identisch sein dürften.

Spongiöse Schicht. Die abweichenden Lage-Verhältnisse sind wie bei Petromyzon fluviatilis (S. 11). Die Dicke der spongiösen Schicht beträgt 0,048 mm; sie überzieht die Eintrittsstelle des Sehnerven in einer Dicke von 0,06 mm [*33*].

Ganglienzellenschicht. Zwischen den bis an die Membrana limitans (interna) reichenden, in zwei Lagen vorhandenen Ganglienzellen liegen kleinere Bindegewebskerne, die teils den radialen Stützfasern angehören, teils durch Ausläufer mit dem netzförmigen Gewebe der spongiösen Schicht in Verbindung treten [*23*, Taf. VII. Fig. 3 *a*].

Nach anderer Angabe [*33*] sind es Zellen, die einen grossen Kern haben; die Zellen selbst sind in radiärer Richtung im Mittel 0,0048 mm, in der Ebene der Retina 0,0056 mm lang.

Die in den glaskörperwärts gelegenen Partien der spongiösen Substanz einzeln eingelagerten Ganglienzellen haben 0,008—0,0096 mm Länge, auf 0,0048—0,0064 mm Breite, und meist drei Fortsätze. Der schärfer contourierte ist der Axencylinderfortsatz (W. Krause); die beiden blasseren Fortsätze verästeln sich [*33*].

Die in einfacher oder doppelter Lage dicht an der Membrana

limitans (interna) gelegenen Ganglienzellen haben 0,0064—0,008 mm Länge auf 0,0048—0,0064 mm Dicke und zeigen constant einen Axencylinderfortsatz von 0,001—0,0012 mm Dicke [*33*].

Die Ganglienzellen können von pericellulären Räumen umgeben sein [*23*, *33*], ebenso ihre Axencylinderfortsätze.

Opticusfaserschicht. Sie wird irrtümlich auch als innere Opticuslage bezeichnet [*23*]; ihre Dicke beträgt nahe der Eintrittsstelle des Sehnerven 0,03 mm [*33*].

Membrana limitans (interna). Sie ist ziemlich dünn, die Ansätze der radialen Stützfasern stehen nahe an einander [*23*].

Myxinidae.

4. Myxine glutinosa.

Das Tier lebt parasitisch in der Bauchhöhle von Fischen; das 0,4—0,5 mm grosse Auge ist von einer 1 mm dicken Muskelschicht und der äusseren Haut bedeckt; das Tier hat aber unzweifelhaft Lichtempfindung, da es Hindernisse beim Schwimmen vermeidet [*33*]. Sein Auge würde zu den *perotischen* [*16*, S. 776], rückgebildeten, wie das von Proteus anguineus zu rechnen sein und man kann die rudimentär entwickelte Retina deshalb nicht zur Construction phylogenetischer Aufbauten benutzen.

Die Retina ist bis 0,2 mm dick, sie hängt an einer bindegewebigen Fortsetzung der äusseren Augenkapsel und endigt daselbst zugeschärft, indem eine anfangs einfache Cylinderepithelschicht, aus welcher das Organ anfangs besteht, sich allmählich verdickt.

Pigmentschicht. Die cubischen kernhaltigen Zellen enthalten nur wenige gelbliche Körnchen, sie sind 0,008 mm dick. Von ihrer Glaskörperfläche senden sie zarte, zum Teil verästelte Fortsätze aus, welche sich zu der Oberfläche der Retina erstrecken und teilweise mit ähnlichen Fortsätzen der Stäbchenzellen zusammenhängen. Der Zwischenraum zwischen Pigmentlage und eigentlicher Retina, also die Höhle der primären Augenblase, ist am gehärteten Präparat beträchtlich weit, und in demselben liegen die erwähnten Fortsätze.

Stäbchen- und Zapfenschicht.

Dieselbe ist rudimentär ausgebildet, besteht aber aus zwei Arten von alternierenden Formelementen. Sie sind zu deuten als dickere *Zapfen* mit einem durch Pikrokarmin intensiv rot sich färbenden kugeligen Zapfenellipsoid, und als schlanke *Stäbchen* mit einem ovoiden Stäbchenellipsoid. Den Zapfen fehlen die Aussenglieder, aber die Ellipsoide liegen glaskörperwärts, vom chorioidealen Ende des Innengliedes entfernt. Die Stäbchen besitzen statt der Aussenglieder die schon erwähnten verästelten Fortsätze, welche sich mit denjenigen der Pigmentepithelzellen verbinden.

Eine Membrana reticularis fehlt und die Innenglieder der Zapfen und Stäbchen setzen sich direct in die zugehörige Körnerschicht fort.

Stäbchen- und Zapfenkörnerschicht. Sie liegt in zwei Reihen oder Lagen geordnet. Die *Stäbchenkörner* sind schlanker, länglich-ellipsoidisch, zugespitzt; sie gehen durch ihre Stäbchenfasern chorioidealwärts in die fadenförmigen Stäbcheninnenglieder, glaskörperwärts ebenfalls direct in die radialen Stützfasern über. Die *Zapfenkörner* sind rundlich, mehr kugelig; sie liegen nahe an der Membrana fenestrata.

Manche Verschiedenheiten zeigen sich in betreff der Länge der Stäbchenfasern und der Stelle, an welcher die Stäbchenkörner in sie eingelagert sind. W. Müller [*33*, Taf. XI. Fig. 4], auf dessen Abbildung sich die hier gegebene Beschreibung stützt, deutet die Stäbchenkörner und Stäbchenfasern als Elemente des bindegewebigen Stützgewebes, welches W. Müller wie die sonstigen Autoren stets bis an die Membrana reticularis reichen lässt.

Membrana fenestrata. Eine verschieden dicke Lage in der Ebene der Retina verlaufender (tangentialer, W. Müller) Fasern dürfte diese Schicht repräsentieren, welche der genannte Autor bei Myxine ganz und gar vermisst.

Körnerschicht. Sie besteht aus etwa vier Lagen kugeliger Kerne, auch denjenigen der radialen Stützfasern. Letztere sind verzweigt; die zu den eigentlichen Körnern gehörenden Zellen ebenfalls rundlich.

Netzförmige Schicht. Sie wird von sehr deutlichen radialen Stützfasern oder kleinsten Bündeln von solchen durchsetzt; sie enthält keine Kerne.

Ganglienzellenschicht. Es sind zwei Zellenlagen über einander in eine granulierte Masse, Fortsetzung der nicht scharf gesonderten spongiösen Schicht eingebettet.

Opticusfaserschicht. Sie ist von der Ganglienzellenschicht nicht gesondert; von der Eintrittsstelle des Sehnerven ausstrahlend, durchsetzen feinste Nervenfaserbündel, in der Retinalebene verlaufend, die letztgenannte Schicht.

Alle geschilderten Bestandteile der Retina gehören nach W. Müller dem Ectoderm an.

Membrana limitans (interna) — ?

Chondropterygii.

Plagiostomata.

Selachoidei.

Abbildung der Stäbchen eines Hai s. bei Steinlin [*49*, Fig. 12]. Die radialen Stützfasern sind beim Hai so ausserordentlich zart und fein, dass sie weit eher an Nervenfasern als an Bindegewebe erinnern [*49*, S. 19].

5. Scyllium canicula.

Die *Stäbchen* [*16*, S. 752 u. 756] sind länger als die Zapfen, ihr Innenglied an seinem chorioidealen Ende kolbig angeschwollen, woselbst es ein grobgranuliertes Stäbchen-Ellipsoid enthält.

Die *Zapfen* sind einfache; sie gleichen einer Champagnerflasche mit längerem dünnen Halse.

Die *Stäbchenkörner* liegen zumeist entfernter von der Membrana limitans; die *Zapfenkörner* sitzen der letzteren unmittelbar an.

Die Zellen der *Membrana perforata* sind sehr gross, mehr kugelig-abgerundet und stark granuliert [*16*, S. 756]; sie sind bei Haien überhaupt [*29*] mit nur kurzen Ausläufern versehen. Von anderer Seite [*33*, S. LXI] sind diese Zellen auffallender Weise in Abrede genommen.

Das *Stratum lacunosum* war bei Haien bereits M. Schultze [*41*] bekannt.

Batoidei.

Nach Vintschgau [*51*] bilden Opticusfasern und Ganglienzellen bei den Rochen eine gemischte Schicht.

6. Raja sp.

Abbildung der Stäbchen nach Behandlung mit Oxalsäure oder Schwefelsäure s. bei Steinlin [*49*].

7. Raja clavata.

Das *Stratum lacunosum* enthält sehr grosse Zellen mit langen Ausläufern; es wurde als *Stratum intergranulosum fenestratum* bezeichnet [*41*]. Die Abbildung zeigt eine Zelle des Stratum lacunosum im Zusammenhang mit einer radialen Stützfaser.

Ganoidei.

Acipenseridae.

8. Acipenser.

Die Retina der Ganoiden steht in Bezug auf die epitheliale Schicht derjenigen der Reptilien und Amphibien näher, als die Retina der Knochenfische. Diese Thatsache ist bereits von M. Schultze [*46*] richtig erkannt worden.

Dogiel [*7*] hat Acipenser ruthenus L. und Acipenser Gueldenstadtii, auch Acipenser Huso untersucht. Der ausserordentlichen Freundlichkeit Dogiel's verdanke ich mehrere vortrefflich vorbereitete Augen von *Acipenser ruthenus* (Sterlet), nach denen die Beschreibung von Dogiel vorzugsweise gegeben ist. Sie waren teils in 1procentiger Ueberosmiumsäure, teils in H. Müller'scher Flüssigkeit und dann in Alkohol conserviert. Die ersteren wurden im November 1883 mit Alaunkarmin oder Säurefuchsin, die letzteren mit saurem Karmin im ganzen gefärbt, dann successive mit Alkohol, Chloroform behandelt, in Paraffin und Vaselin eingebettet, mit dem Mikrotom geschnitten, das Paraffin durch Benzol entfernt und die Schnitte in Dammar eingebettet. Die Bulbi

hatten von Pol zu Pol etwa 7 mm, im Aequator 9 mm Durchmesser; die Fische wogen ca. 600 g und waren 3—4 Jahre alt. Der ausgewachsene Sterlet wird 7—12 kg schwer [4].

Die Dicke der Retina ist nicht unbeträchtlich, sie beträgt im Hintergrund des Auges nach dem Aequator zu (W. Krause) in mm beispielsweise:

Stäbchenschicht Aussenglieder / „ Innenglieder . .	0,0044	—	0,0045
Stäbchenkörner und Stäbchenfasern .	0,0036	—	0,0056
Membrana fenestrata	0,01	—	0,03
Körnerschicht		0,017	
Netzförmige Schicht	0,03		0,05—0,07
Opticusfasern und Ganglienzellen .	0,038	—	0,041
		0,04	
Epithelialschicht im ganzen	0,1		
Nervöse Schichten „ „	0,125		
Retina im ganzen	0,2 — 0,225.		

Stäbchen- und Zapfenschicht.

Die *Stäbchen* sind cylindrisch, ihre Dimensionen betragen in den verschiedenen Regionen der Retina:

In Millimetern	*Centrale Gegend*	*Peripherie*
Länge incl. des Stäbchenkernes . .	0,075 — 0,105	0,08 — 0,1
Länge des Aussengliedes	0,03 — 0,04	0,03 — 0,0425
Breite des Aussengliedes	0,005 — 0,01	
Länge des Innengliedes incl. des Stäbchenkornes	0,045 — 0,075	
Breite des Innengliedes	0,0025 — 0,01	

Das Aussenglied ist an seinem chorioidealen Ende abgerundet. Das Innenglied enthält an demselben Ende ein in frischem Zustande

homogenes, glänzendes, gelbliches Stäbchen-Ellipsoid von 0,0075 bis 0,0125 mm Länge auf 0,0075—0,01 mm Breite. Nach Einwirkung von Säuren, Ueberosmiumsäure, Chromsäure, Essigsäure, Müller'scher Flüssigkeit erscheint das Ellipsoid grobkörnig, die übrige Substanz des Innengliedes feingranuliert. Beide Glieder sollen nach Dogiel eine glashelle Membran als Hülle besitzen. Solche Membranen sind von Landolt, Merkel, Schwalbe und Hoffmann beschrieben, namentlich von Landolt und Hoffmann bei Amphibien. W. Krause ist der Ansicht, dass es sich nicht um eine Membran, sondern um eine homogene, in verdünnten Säuren aufquellende Substanz handelt, welche die Plättchen der stark lichtbrechenden Substanz der Aussenglieder umhüllt und zusammenkittet. Letztere flottieren nicht in einem Hohlcylinder, wenn sie sich von einander getrennt haben, auch wirft die anscheinende Membran keine Falten und bietet bei Beugungen des Stäbchens auch keine Erscheinungen einer relativ vollkommenen Elasticität, was der Fall sein müsste, wenn man aus der Annahme einer solchen das Fehlen von Faltenbildungen erklären wollte

In der schmaleren Hälfte des Innengliedes, welche der Membrana reticularis zunächst liegt, trifft man häufig eine axiale, z. B. 0,012 mm lange Reihe feiner, sich in Ueberosmiumsäure schwärzender Körnchen von 0,0004 mm Durchmesser an, welche bei schwächerer Vergrösserung an eine sog. Ritter'sche, in der Axe des Innengliedes verlaufende Faser erinnert.

Umgeben werden die Innenglieder längs ihrer halben Länge von feinen Nadeln oder Fäden, die von der Membrana limitans externa ausgehen. W. Krause [*13*] hat solche Nadeln zuerst (1868) beschrieben; erst später sind dieselben von M. Schultze [*47*, S. 1002] als sog. Faserkörbe bestätigt worden.

Zapfen. Sie wurden bereits von Bowman [*1*] gesehen, der ihre (farblosen) Oeltropfen mit denjenigen der Vögel verglich. Leydig [*27*] sagt: „Das hintere Ende von jedem Stäbchen (in Wahrheit Zapfen-Aussengliede, W. Krause) hängt zusammen mit einer kleinen feinkörnigen Zelle (Zapfeninnenglied), die sich in einen feinen Fortsatz verlängert und immer einen farblosen Fetttropfen einschliesst.“ Obwohl H. Müller [*29*] diesen Satz wieder abdrucken liess, kennt Salensky [*40*] nur eine Art von Elementen, nämlich Stäbchen. Erst M. Schultze [*46*

u. 47] beschrieb Zapfen mit Oeltropfen und daneben Stäbchen; abweichend von allen anderen Fischen sind die ersteren durch den an der Grenze zwischen Innenglied und Aussenglied gelegenen Oeltropfen ausgezeichnet (Taf. I. Fig. 4).

Die Dimensionen der Zapfen betragen:

In Millimetern	*Centrale Gegend*	*Peripherie*
Länge incl. des Zapfenkornes . .	0,045—0,0475	0,0425—0,0475
Länge des Aussengliedes	0,015	
Breite der Basis des Aussengliedes	0,005	
Länge des Innengliedes incl. des Zapfenkornes	0.0325—0,0375	0,025—0,0375
Länge des Zapfenellipsoides . . .	0,0075—0,0175	

Das Aussenglied ist kegelförmig, seine Spitze abgerundet; es zerfällt leicht in Plättchen. — Das Innenglied ist fassförmig, seine seitlichen Oberflächen sind convex; das chorioideale Ende ist im peripherischen Teile der Retina verschmälert. Von der sog. Hülle gilt das bei den Stäbchen gesagte; sie ist jedoch leichter darzustellen, wie Dogiel angiebt. Das Zapfenellipsoid hat 0,0075—0,0175 mm Länge; es ist im frischen Zustande stärker lichtbrechend und olivengrün, sonst verhält es sich wie das Stäbchen-Ellipsoid.

Die Oeltropfen sind im frischen Zustande gelblich, nicht selten sind zwei Tropfen von gleicher oder verschiedener Grösse, manchmal sogar 3—7 kleine Tropfen vorhanden. Sie liegen in dem Zapfenellipsoid, meist, aber nicht immer, in dessen chorioidealwärts schauendem Ende.

Ausser den Oeltropfen und dem Zapfenellipsoid ist glaskörperwärts von letzterem ein in Ueberosmiumsäure hell erscheinendes Paraboloid vorhanden, dessen Scheitel glaskörperwärts, die ebene Basis chorioidealwärts gerichtet ist. Seine Längsaxe fällt nicht genau mit derjenigen des Zapfeninnengliedes zusammen. Das glaskörperwärts gerichtete Ende ist mitunter conisch verlängert, wie es bei Vögeln vorkommt. Das Innenglied trägt feine Haare an seinem chorioidealen Ende, welche die Basis des Aussengliedes eine Strecke weit chorioidealwärts umfassen.

In der Gegend etwas hinter dem Aequator finden sich (W. Krause) folgende Dimensionen für Zapfen (und Stäbchen) mittlerer Grösse an einem Ueberosmiumsäure-Präparat:

In Millimetern	Länge	Breite
Stäbchen im Ganzen	0,073	
„ Aussenglied	0,04	0,056
„ Innenglied	0,033	0,003
Stäbchenellipsoid	0,01	0,0057
Stäbchenkorn	0,0085	0,0068
Kernkörperchen des Stäbchenkornes . . .	0,0007	
Zapfen im ganzen	0,038	
„ Aussenglied	0,017	
„ „ Basis		0,003
„ „ Spitze		0,001
„ Innenglied	0,02	0,008
Zapfenellipsoid	0,0085	
„ Basis		0,0083
„ Oeltropfen	0,0057	
Zapfenkorn	0,0083	0,0068
Kernkörperchen des Zapfenkornes	0,0007	
Zapfenfaser	0,0055	0,003
Zapfenfaserkegel	0,003	0,008

Die Anzahl der Stäbchen ist in den centralen Teilen der Retina nach einer Abbildung von Dogiel etwa 3mal, an der Peripherie 5mal grösser, als diejenige der Zapfen.

Membrana reticularis s. limitans externa. Sie trägt die oben (S. 24) erwähnten Nadeln.

Stäbchen- und Zapfenkörner.

Die *Stäbchenkörner* sind oval, 0,01—0,0175 mm lang, 0,0075 bis 0,0125 mm dick, mit 1—3 Kernkörperchen versehen. Sie liegen glaskörperwärts in einer einzigen Reihe der Membrana reticularis an und zeigen manchmal anscheinende Kernfiguren [Dogiel, 7]. Querstreifung ist an diesen Körnern bisher nicht constatiert.

Zapfenkörner. Sie liegen alternierend je eines zwischen zwei Stäb-

chenkörnern und vice versa. Jedoch sind in den peripherischen Teilen der Retina die Stäbchen weit zahlreicher als die Zapfen, es liegen 2—4 Stäbchen neben einander. Ihre beiden chorioidealen Dritteile ragen aber über die Membrana reticularis hinaus. In den peripherischen Teilen der Retina nehmen einige der Stäbchenkörner, da sie an Zahl überwiegen, diese den Zapfenkörnern entsprechende Lage ein. Die Länge der letzteren beträgt 0,0125—0,0175, die Dicke 0,0075 bis 0,0125, auch im übrigen stimmen sie ganz mit den Stäbchenkörnern überein. Nur findet sich zuweilen an ihrem glaskörperwärts gerichteten Ende ein concav-convexer, mit einem kleinen Oeltropfen versehener heller Körper, der vielleicht ein in der Entwickelung begriffenes Paraboloid repräsentiert.

Die *Stäbchenfasern* sind teilweise länger und dünn, meist ganz kurz, indem sie unmittelbar in den Fuss übergehen, stellenweise (s. unten) fehlen sie ganz. Ihre Länge beträgt in den centralen Teilen der Retina 0,005—0,0075 mm, an der Peripherie 0,0025—0,0075 mm; sie sind glänzend, homogen, ohne Streifung. Der *Fuss* oder Endkegel ist homogen, kegelförmig, wird durch 0,25—1procentige Ueberosmiumsäure schwarz, in Goldchlorid dunkelviolett. Häufig teilen sich die Stäbchenfasern resp. entsenden Fortsätze, die zwei oder mehr Füsse tragen, auch kommen Seitenzweige vor. An den secundären Arkaden der radialen Stützfasern (s. letztere) setzen sich die Stäbchenkörner unmittelbar an die Füsse an, letztere sind dann verbreitert.

In der etwas ausgehöhlten Basis des Fusses haftet ein in Ueberosmiumsäure sich gelblich färbendes Klümpchen einer anscheinend feinkörnigen Substanz, dieselbe ist auch an den kleinen Füssen geteilter Stäbchenfasern vorhanden. Besser sind sie an den Zapfenkegeln zu sehen (s. letztere).

Zapfenfasern. Dieselben sind entsprechend der Lage der Zapfenkörner länger als die Stäbchenfasern, im centralen Teile der Retina 0,01—0,0225, an der Peripherie 0,0025—0,0125 mm lang. Die Füsse sind grösser als diejenigen der Stäbchenfasern, dieselben Teilungsformen der Fasern kommen auch hier vor. Die Klümpchen feinkörniger Substanz an der Basis sind ebenfalls grösser (z. B. 0,0033 mm, W. Krause).

Betrachtet man die Zapfenfaserkegel in der Profilansicht, so erscheinen sie gezähnelt. Sie sind aber in ihrer Basis ausgehöhlt und der

Rand dieser Höhlung ist es, welcher gezähnelt aussieht. Meist gleichen die kurzen Spitzen, wenn sie schräg gesehen werden, feinen Körnchen, indessen trifft man hier und da auch auf einzelne wirkliche Körnchen. Dogiel [*25*] hält diese anscheinenden Klümpchen, welche an die Pfeilerzellen der Innen- und Aussenpfeiler des Ductus cochlearis erinnern, für nervös, resp. für die eigentlichen Endigungen des N. opticus.

Ersatzzellen. Zwischen den Stäbchen- und Zapfenfasern liegen grössere Zellen, die Dogiel für Ganglienzellen (äussere subepitheliale Ganglienzellenschicht) hält. Ihre Länge und Breite beträgt 0,0125 bis 0,03, die Dicke 0,01—0,015 mm. In der Peripherie sind sie kleiner, als im Centrum. Ihre Anzahl ist ziemlich beträchtlich, da auf 30 Stäbchen und Zapfen etwa 4 solcher Zellen vorzukommen scheinen (W. Krause). Ihr Protoplasma ist gelblich, bei starker Vergrösserung fibrillär, die Streifung umgiebt concentrisch den runden oder ovalen hellen, mit 1—3 Kernkörperchen versehenen Kern und geht in die Fortsätze der Zellen über. Der Kern färbt sich mit Haematoxylin oder Alauncochenille schwächer als die Stäbchen- und Zapfenkörner oder die Kerne der radialen Stützfasern, gelblich mit Palladiumchlorid, gar nicht mit Goldchlorid, welches die Zellen selbst und deren Fortsätze violett tingiert, während sie in Palladiumchlorid gelblich werden. Ausserdem enthält das Protoplasma mitunter kleine Fetttröpfchen.

Die Anzahl der Fortsätze dieser Zellen beträgt drei bis sechs. Sie können als chorioidealwärts, glaskörperwärts und tangential (horizontal) gerichtete Fortsätze unterschieden werden.

Die chorioidealwärts gerichteten Fortsätze reichen bis zur Membrana reticularis s. limitans externa; sie sind 0,005—0,025 mm lang, je nach der Entfernung der Zelle von der genannten Membran und der Abgangsstelle des Fortsatzes. Letzterer endigt entweder mit einem kleinen, stets chorioidealwärts von der Membrana reticularis gelegenen, länglichen, chorioidealwärts zugespitzten *Kegel* (oder Pinsel) von 0,0025 bis 0,025 mm Länge, der in einen feinen, bis zum Anfang des Stäbchenaussengliedes reichenden Faden übergeht. Der Kegel ist feinkörnig längsgestreift, wie aus varicösen Fäserchen zusammengesetzt.

Statt der Kegel ist öfters ein *Endknopf* am chorioidealen Ende des Zellenfortsatzes vorhanden. Auch dieser liegt chorioidealwärts von der Membrana reticularis und sitzt der Ersatzzelle entweder unmittel-

bar auf, wenn diese bis an die letztere Membran hinanreicht, oder auf einem längeren Halse, gleichsam gestielt. Sowohl die Kegel als die Endknöpfe sind von einem Kranz feiner Nadeln ringförmig umgeben, die von der Membrana reticularis ausgehen.

Das chorioideale Ende ist häufig körnig und dunkler, der entgegengesetzte Teil des Endknopfes dagegen heller; ersteres erinnert an Stäbchen- oder Zapfenellipsoide (W. Krause).

Eine dritte seltenere Form der Endigung des chorioidealen Fortsatzes gestaltet sich zu einem *Kolben*, der an die in der Stäbchen- und Zapfenfaserschicht gelegenen Kolben der Amphibien (Triton, Salamander) erinnert. Sowohl die Endköpfe wie die Kolben tragen analog den Kegeln auf ihrem chorioidealen Ende ein langes, gerades Haar (oder Faden).

Die horizontalen oder *tangentialen Fortsätze* verlaufen in der Ebene der Stäbchen- und Zapfenfaserkegel, sind fibrillär gestreift, wobei zwischen den Fibrillen zahlreiche, feine, glänzende Körnchen liegen, und teilen sich wiederholt dichotomisch. Sie bilden dadurch ein Geflecht, ohne wirklich zu anastomosieren, wodurch sie von der Structur einer Membrana fenestrata abweichen. Auf dem senkrechten Durchschnitt der Retina sind sie in der Membrana fenestrata nicht zu unterscheiden.

Nach Dogiel [7] endigen die tangentialen Fortsätze in den in der Basis der Stäbchen- und Zapfenfaserkegel gelegenen Klümpchen feinkörniger Substanz; letztere liegen chorioidealwärts dem beschriebenen Plexus der tangentialen Fortsätze unmittelbar an.

Die *glaskörperwärts gerichteten Fortsätze* verlaufen mit den Bündeln der radialen Fortsätze. Sie sind ungeteilt, bis 0,0575—0,1875 mm lang, reichen mindestens bis zur Schicht der Ganglienzellen und sind an grösseren Ersatzzellen deutlich fibrillär gestreift.

Dogiel deutet die Ersatzzellen, wie gesagt, als subepitheliale Ganglienzellen. Da die verschiedenen Formen der Kegel, Kolben und namentlich der Endknöpfe (Taf. I. Fig. 4) offenbar in einander übergehen, so kann man mit Rücksicht auf die Lage zwischen den Stäbchen- und Zapfeninnengliedern nicht daran zweifeln, dass es sich um das hier zum ersten Male beobachtete Wachstum der Stäbchen- und Zapfenschicht durch neu eingeschobene jugendliche Elemente handelt. Ob

dabei wirkliche Regenerationserscheinungen oder nur Vergrösserung der Retina und Vermehrung ihrer Seh-Epithelzellen beim Wachstum des Fisches in Frage kommen, lässt sich aus der jetzigen Sachlage noch nicht entscheiden; die letztere Annahme hat, wenn man an das langdauernde Wachstum z. B. des Frosches denkt, wohl mehr Wahrscheinlichkeit für sich. Hiernach wird der Endknopf zum Innenglied eines Stäbchens, der Kolben dürfte einem Zapfen entsprechen, die beschriebenen einfachen Haare oder Fäden sind die Jugendformen von Aussengliedern. Der Kern der Ersatzzelle ist das spätere Stäbchen- oder Zapfenkorn; ein Rest des Zellenprotoplasma erhält sich als feinkörnige Substanz der Stäbchen- oder Zapfenfaserkegel, die damit in derselben Ebene liegen; die glaskörperwärts gerichteten Fortsätze sind junge radiale Stützfasern, mit deren Bündeln sie verlaufen. Dass diese Fortsätze noch protoplasmatische Natur besitzen, erscheint nicht auffallend. Nur zu dem in der Ebene einer Membrana fenestrata ausgebreiteten Geflecht tangentialer Ersatzzellen findet sich zur Zeit keine bekannte Homologie bei höheren Tierklassen.

Membrana fenestrata. Dieselbe ist wie gewöhnlich bei Fischen rudimentär, insofern keine Zellenkerne in ihr nachzuweisen sind. Es lassen sich aber Fragmente sternförmiger Elemente aus derselben isolieren. Die Membrana selbst erscheint auf Durchschnitten sehr deutlich als glänzende, 0,017 mm breite, leicht streifige Linie; sie setzt sich einesteils aus jenen kernlosen, sternförmigen Gebilden und Fortsetzungen der Stäbchen- und Zapfenfaserkegel sowie der Arkaden der radialen Stützfasern, andererseits zum kleineren Teile aus Aesten der tangentialen Fortsätze der Ersatzzellen zusammen.

Nach Dogiel [7] wird sie ausschliesslich von letzteren gebildet.

Körnerschicht. Dieselbe enthält mindestens vier verschiedenartige Zellengruppen.

Am weitesten chorioidealwärts liegt eine *Membrana perforata.* Sie besteht, wie bei Fischen überhaupt, aus polygonalen abgeplatteten grossen körnigen Zellen, die runde, ebenfalls abgeplattete, daher auf Durchschnitten der Retina oval erscheinende, mit einem oder mehreren Kernkörperchen versehene Kerne enthalten. Durch 0,25procentige Silbernitratlösung lassen sich die Grenzen der Zellen schwarz färben. Letztere stossen mit breiten Rändern an einander, stellenweise sind diese concav,

so dass ovale Lücken bleiben, durch welche die radialen Stützfasern nebst den glaskörperwärts gerichteten Fortsätzen der Ersatzzellen passieren. Die Membrana perforata stösst unmittelbar an die Membrana fenestrata, die nur von den Stäbchen- und Zapfenfaserkegeln resp. deren Ausläufern repräsentiert werden dürfte.

Die Kerne der Zellen der Membrana perforata sind ellipsoidisch, 0,001 mm lang, 0,008 mm dick; ihre Kernkörperchen, von denen jeder Kern nur eines besitzt, sind stark lichtbrechend, auffallend durch ihren Durchmesser von 0,0025 mm.

Stratum lacunosum. Glaskörperwärts folgt auf die Membrana perforata eine einfache Schicht abgeplatteter, tief gelappter, sternförmiger Zellen, deren zahlreiche lange Fortsätze homolog erscheinen und stärker lichtbrechend sind, als die Substanz der Zellen der Membrana perforata. Dieselben verlaufen tangential, teilen sich vielfach und anastomosieren mit denjenigen benachbarter Zellen. Die Länge der Zellen nebst deren Fortsätzen beträgt in der Aequatorgegend beispielsweise 0,18, die Breite 0,1 mm. Der Kern ist 0,0117 lang, 0,0075 mm breit, das Kernkörperchen 0,0017 mm an Ueberosmiumsäure-Präparaten gross (W. Krause).

Die beschriebenen multipolaren Zellen wurden von Leydig [*25*, vergl. *31*] als multipolare Ganglienzellen angesprochen; mit solchen zeigen sie besonders dann Aehnlichkeit, wenn ihr Protoplasma z. B. durch Ueberosmiumsäure ein wenig und zwar fein-körnig geworden ist.

Durch die Lücken, welche die Fortsätze zwischen sich lassen, treten die Bündel der radialen Stützfasern, grösstenteils aber sind sie leer (Taf. I. Fig. 4) und nur an Ueberosmium-Präparaten von einer feinkörnigen Substanz erfüllt. Dieselbe enthält hier und da einen rundlichen oder ovalen Kern; nach Oelimprägnation der Retina zeigt sich, dass es sich um anastomosierende Kanäle handelt, deren Inhalt aus geronnener, d. h. durch Ueberosmiumsäure ausgefällter Lymphe besteht. Nach Corrosion kann man die injicierten Lymphräume als breite anastomosierende Balken isolieren. Vielleicht gehören die erwähnten Kerne nicht Lymphkörperchen, sondern endothelialen Wandungen dieser Lymphräume an.

Körner. Die eigentlichen (inneren) Körner sind nur sparsam, hauptsächlich dicht an der Grenze der spongiösen Schicht vorhanden.

Daselbst bilden sie keine continuierliche, sondern eine unterbrochene Lage. Die glaskörperwärts gerichteten Fortsätze treten unmittelbar in die spongiöse Schicht; wenn aber die Zelle, was vorkommt, nicht dicht an der letzteren anliegt, so verläuft der Fortsatz in radiärer Richtung ungeteilt, um sich in diese Schicht einzusenken. Der Kern der Zellen ist ellipsoidisch, 0,011 mm lang, 0,0067 breit und enthält nur ein einziges glänzendes Kernkörperchen von 0,001 mm Durchmesser (W. Krause).

Radiale Stützfasern. Sie sind in auffallender Weise zu Bündeln von 5—12 Fasern vereinigt, welche in Entfernungen von einander stehen, die grösser sind, als die Breite der Bündel (Taf. I. Fig. 4). Chorioidealwärts bilden die auseinanderweichenden Fasern dieser Säulen gleichsam *primäre Arkaden*, welche seitlich in die Membrana fenestrata übergehen. Fortsetzungen der Bündel inserieren sich scheinbar an die Membrana reticularis und bilden kleinere, mit den erwähnten nicht zu verwechselnde *secundäre Arkaden*, in deren bogenförmigen Hohlräumen die Ersatzzellen liegen. Indem die secundären Arkaden sich der Membrana reticularis nähern, werden die Stäbchenfasern kürzer, so dass die Stäbchenkörner den Stäbchenfaserkegeln unmittelbar ansitzen, letztere gehen dann in die Membrana fenestrata über. Wie bei anderen Wirbeltieren sind die scheinbaren Fortsetzungen der radialen Stützfasern in Wahrheit Stäbchen- und namentlich Zapfenfasern, die anscheinend glasartige Scheiden um die Stäbchenkörner oder den glaskörperwärts von der Membrana reticularis gelegenen Teil der Zapfenkörner bilden. Sobald die Stäbchenkörner herausgefallen sind, wozu sie grosse Neigung haben, wenn man etwas stärkere Säure-Lösungen anwendet, bleiben die leeren Hülsen zurück. Diese sind aber keine Formation eigener Art, etwa Cuticularbildungen, sondern nichts weiter als ein glasheller Rest des eigentlichen Zellenprotoplasma der Retina-Epithelialzelle, deren Kern das Stäbchenkorn darstellt.

Die Kerne der radialen Stützfasern sind länglich-ellipsoidisch, nicht granuliert, ohne grössere Kernkörperchen, sie färben sich intensiver mit Karmin-Haematoxylin u. s. w. als die übrigen Zellenkerne der Retina, von denen sie mithin leicht zu unterscheiden sind. In dichten Gruppen sitzen sie namentlich am Beginn der primären Arkaden nahe an der Membrana fenestrata, wobei ihre langen Durchmesser radiär

gestellt sind. Aber auch an der chorioidealen Grenze der spongiösen Schicht befinden sich solche Gruppen und einzelne Kerne liegen in der Mitte der Dicke der Körnerschicht den Fasern an. Der Zusammenhang der Bündel lockert sich in der letztgenannten Schicht; in der Ganglienzellenschicht verbreitern sich die Stützfasern trompetenförmig und inserieren sich mit polygonalen flachen Enden an die Membrana limitans (interna), welche sie zusammensetzen. Durch Silbernitrat lassen sich die Grenzen dieser Trompeten schwarz gefärbt auf Flächenansichten sichtbar machen.

Als fünften Bestandteil der Körnerschicht könnte man flaschenförmige, meist feingranulierte grosse Zellen bezeichnen, welche in oder an den Radialfaserbündeln liegen. Sie gleichen multipolaren Ganglienzellen vermöge ihres hellen Kernes und glänzenden Kernkörperchens; sie senden einen Fortsatz glaskörperwärts, andere chorioidealwärts; die Längsaxe der, wie gesagt, flaschenförmigen oder bauchig spindelförmigen Zelle steht parallel dem Radialfaserbündel senkrecht auf die Ebene der Retina.

Dogiel hält diese Zellen für Ganglienzellen (mittlere gangliöse Schicht) und lässt ihre Fortsätze in der Stäbchenschicht neben den Innengliedern mit Kegeln oder Endknöpfen aufhören, wie diejenigen der Ersatzzellen. Offenbar stehen erstere Zellen mit den Ersatzzellen in Zusammenhang und sind wahrscheinlich als jugendliche radiale Stützfasern aufzufassen.

Spongiöse Schicht. Sie wird seit W. Müller auch Neurospongium genannt, besteht an Präparaten, die mit Ueberosmiumsäure, Chromsäure oder Chromaten dargestellt sind, deutlich aus netzförmig angeordneten, sehr feinen Fasern, die gegen Trypsinverdauung nach Dogiel resistent sind. Sie enthält einzelne multipolare Ganglienzellen der folgenden Schicht und ausserdem an Karminpräparaten hier und da einen kleinen tingierten rundlichen Kern, von dem sich nicht entscheiden lässt, ob derselbe ebenfalls einer Ganglienzelle angehört.

Ganglienzellenschicht. Die Zellen sind multipolar, gross und sehr deutlich. Ihre Axencylinderfortsätze gehen in die Nervenfaserschicht, die übrigen 2—5 Fortsätze meist in schräger Richtung chorioidealwärts in die spongiöse Schicht. Manche Zellen liegen aber in der letzteren (Taf. I. Fig. 4). Die Zellenkörper sind an den grösseren Zellen

concentrisch fibrillär gestreift wie die Fortsätze; kleinere Ganglienzellen bestehen jedoch nur aus wenig den Kern umgebendem Protoplasma. Der Kern zeigt eine deutliche Kernmembran und ein grosses, glänzendes Kernkörperchen.

Opticusfaserschicht. Die Fasern des Sehnerven sind zu Bündeln angeordnet, deren Plexus so weitmaschig ist, dass erstere in manchen Schnitten ganz zu fehlen scheinen. Wie bei manchen Fischen sind die Fasern markhaltig, ihre Mäntel schwärzen sich in Ueberosmiumsäure (Taf. I. Fig. 4).

Successive verlieren die in den Bündeln oder einzeln verlaufenden Fasern ihr Nervenmark, setzen sich blassgeworden noch fort und endigen in einer Ganglienzelle mit in der Profilansicht dreieckigem Ansatz. Jede Ganglienzelle hat nur einen Axencylinderfortsatz.

Einzelne Nervenfasern enthalten, umgeben von Myelin, eine kugelige Ganglienzelle mit grossem hellen Kern nebst Kernkörperchen, welches Verhalten an die Nerven des Circulus gangliosus ciliaris erinnert [*15*, S. 150].

Abweichend von letzteren steht aber das Protoplasma dieser Ganglienzellen mit dem Axencylinderfortsatz der Sehnervenfaser in continuierlichem Zusammenhange.

Membrana limitans (interna).

Ueberblickt man die Besonderheiten der Ganoidenretina, so lassen sie sich wie folgt zusammenfassen.

Die Zapfen sind zahlreich, jeder mit einem gelblichen Fetttropfen versehen. Zwischen den Stäbchen- und Zapfenfasern liegen Ersatzzellen, deren Ausläufer mit Jugendformen von Stäbchen oder Zapfen zusammenhängen, in secundären Arkaden, die von Fortsetzungen der radialen Stützfasern gebildet werden. Letztere sind zu Bündeln vereinigt und deren primäre Arkaden hängen mit der wenig ausgebildeten Membrana fenestrata zusammen. Die Membrana perforata und das Stratum lacunosum sind besonders deutlich, die Körner auf eine einzige nicht continuierliche Lage reduciert, die Ganglienzellen zum Teil in der spongiösen Schicht zerstreut. Auch die doppeltcontourierten Opticusfasern verlaufen zu Bündeln vereinigt und

einzelne Fasern enthalten Ganglienzellen innerhalb ihrer Markscheide eingeschaltet.

Dogiel [7] hält die Ersatzzellen und einen Teil der Zellen der Körnerschicht für nervös und glaubt, dass von diesen beiden Arten jede Zelle einen centralen und mehrere peripherische Fortsätze abgiebt, die in nervösen, in der Basis der Stäbchen- und Zapfenfaserkegel gelegenen Klümpchen endigen sollen.

Lophobranchii.

Syngnathidae.

Hippocampus (sp.)

Die einzigen bisherigen Angaben rühren von Carrière [*54*] her. Der Güte desselben verdanke ich eine Anzahl ausgezeichnet schöner Serienschnitte, auf deren Untersuchung die folgenden Angaben namentlich auch die Messungen basiert sind. Vergl. auch Taf. III.

Stäbchen- und Zapfenschicht.

Stäbchen. Ihre Aussenglieder und Innenglieder sind fast genau so lang, wie diejenigen der *Zapfen;* letztere sind ziemlich schlank.

Membrana reticularis ist deutlich zu erkennen.

Stäbchenkörnerschicht. Die Körner sind kugelig, sie schliessen sich direct an die Glaskörperenden der Innenglieder und liegen unmittelbar der Membrana reticularis an.

Zapfenkörnerschicht. Fast im ganzen Bulbus ist der Verlauf der *Zapfenfasern* ein schräger (wie in der Macula lutea des Menschen und im grössten Teile der Retina des Chamaeleon): die hintere grössere Hälfte der Retina des Hippocampus stellt mithin wesentlich eine grosse Area centralis dar. Die *Zapfenkörner* sind länglich-ellipsoidisch, ebenfalls schräg gerichtet und in mehreren Lagen über einander gehäuft.

Membrana fenestrata. Sie ist dünn und undeutlich. Carrière nennt die Gegend der Zapfenkegel: Basalplexus.

Membrana perforata. Sie besteht aus einer einzigen Lage viereckiger Zellen (interstitielle Basalzellen, Carrière).

Körnerschicht. Ist verhältnismässig dick, enthält glaskörper-

wärts von der Membrana perforata zunächst eine Lage sternförmiger Zellen mit länglichen, der Retina-Ebene parallel gestellten Zellen, die das *Stratum lacunosum* repräsentieren. Dann folgt glaskörperwärts eine mehrfache Lage kleiner runder Körner; diese Kerne zeichnen sich dadurch aus, dass die Körnchen oder Fadenwerke, welche sie enthalten, ausserordentlich karminophil sind. Ferner folgt eine dickere oder dünnere helle Lage, durchsetzt von den radialen Stützfasern, deren längliche Kerne in dieser Gegend liegen. Angrenzend an die spongiöse Schicht zeigt sich eine fast ebenso dicke mehrfach geschichtete Lage grösserer, nicht karminophiler Zellen. Die unmittelbar an die letztgenannte Schicht anstossenden Zellen (Spongioblasten von W. Müller) sind gleichfalls nicht karminophil, scheinbar unipolar; sie senden ihren radiär gestellten Fortsatz in die spongiöse Schicht. Carrière nennt sie äussere Ganglienzellen (in Wahrheit giebt es nach Carrière überhaupt keine unipolaren Zellen in den Geweben).

Spongiöse Schicht. Sie enthält zwei, durch eine schmale helle Schicht getrennte Lagen. Ausser von den radialen Stützfasern wird sie auch von den Fortsätzen jener scheinbar unipolaren Zellen durchsetzt. — Die Schicht selbst nennt Carrière Cerebralplexus.

Ganglienzellenschicht. Ihre Zellen nennt Carrière innere Ganglienzellen. Sie sind ziemlich klein und in der Area mehrfach geschichtet. Vom Aequator des Bulbus nach vorn sind sie nur in einreihiger Schicht vorhanden. Im Hintergrund des Auges liegen zahlreiche kugelige Kerne zwischen den Ganglienzellen (S. 38).

Opticusfaserschicht. Die Bündel enthalten zahlreiche längliche Kerne.

Membrana limitans (interna).

Fovea centralis. Hippocampus besitzt eine Fovea centralis von etwa 0,3 mm Durchmesser, in welcher die Retina nur 0,33 mm dick ist. In derselben sind die Zapfen und Pigmentzellen sehr lang, die Stäbchen und Stäbchenkörner fehlen [*54*, S. 57. Fig. 39]. Am Rande der Fovea liegt die, wie gesagt, sehr ausgedehnte *Area centralis;* die Retina ist unmittelbar am Fovearande am dicksten (0,038 mm), was von einer Verdickung der spongiösen Schicht sowie von der verhältnismässig beträchtlicheren Länge der Stäbchen und Zapfen abhängig ist.

Retina von Hippocampus.

Schichten	Dicke der Schichten in mm		
	Area	Fovea	Aequator
Pigmentblatt incl. Stäbchen u. Zapfen	0,05	0,076	0,047
Körper der Pigmentzellen	0,017	0,018	0,014
Stäbchen und Zapfen	0,023	0,058	0,033
Membrana reticularis	0,008	—	—
Stäbchen- und Zapfenkörnerschicht	0,082	0,072	0,02
Stäbchenkörner	0,0042	fehlen	0,056
Zapfenfasern	0,024	0,028	fehlen
Zapfenkörner	0,004	0,06	0,056
Körnerschicht	0,14	0,17	0,03
Membrana fenestrata	0,0017	0,0013	0,014
Membrana perforata	0,005	0,0056	0,003
Stratum lacunosum	0,0057	0,0025	0,001
Eigentliche Körner	0,056	0,028	0,011
Radialfaserschicht	0,047	0,047	0,0055
Spongioblasten	0,022	0,02	0,014
Spongiöse Schicht	0,075	0,056	0,030
„ chorioideale Lage . . .	0,046	0,034	0,017
„ heller Streif	0,0033	0,0027	0,002
„ vitreale Lage	0,026	0,019	0,011
Ganglienzellen	0,017	0,005	0,005
Opticusfasern	0,0067	0,011	0,0025
Membrana limitans	0,009	0,003	0,0014
Retina incl. Pigmentblatt	0,38	0,336	0,128

Einzelne Elementarteile in der Area.

In Millimetern	Länge	Breite
Basis des Zapfen-Aussengliedes	—	0,0012
Zapfen-Innenglied	0,021	0,0025
Runde Stäbchenkörner	0,0042	0,0042
Zapfenkörner	0,010	0,0042
Zellen der Membrana perforata	0,0083	0,005
Zellenkerne der Membrana perforata	0,005	0,0042
Chromatophile Körner	0,004	0,004
Stützfaserkerne	0,0075	0,0025
Spongioblasten	0,008	0,0058
Spongioblastenkerne	0,005	0,005
Ganglienzellen	0,009	0,0067
Ganglienzellenkerne	0,006	0,0042
Runde Kerne der Ganglienzellen	0,0033	0,0033
Opticusfasern	—	0,0008
Opticusfaserkerne	0,008	0,003

Bemerkungen zu der Tabelle.

Die Dicke des Körpers der Pigmentzellen ist nur soweit das Pigment reicht und ohne Rücksicht auf die ohne Zweifel mit der Belichtung wechselnde Länge der Pigmentfortsätze angegeben. Als Spongioblasten ist die an die spongiöse Schicht angrenzende mehrfache Lage von Zellen der Körnerschicht bezeichnet, die Länge derselben in radialer Richtung gemessen. Zwischen den Ganglienzellen finden sich in der Schicht der letzteren kugelige Kerne, die mehr karminophil sind; sie werden bekanntlich für Wanderzellen gehalten und sind hier als runde Kerne aufgeführt. Der Durchmesser der Fovea centralis beträgt 0,28, die Tiefe wenigstens 0,035 mm; sie ist sicher tiefer, was aber an dem vorliegenden Präparat nicht genau zu messen war, weil der Schnitt nicht das Centrum getroffen hatte. — Die kleinen scheinbaren Widersprüche in den mitgeteilten Zahlen beruhen auf der Unsicherheit der Messungspunkte.

(Schluss im nächsten Heft).

Referat

von

W. Krause.

W. Roux, Ueber die Bedeutung der Kerntheilungsfiguren. Eine hypothetische Erörterung. Leipzig, Engelmann. 1883. 19 S. in 8.

Offenbar ist die directe Kernteilung ein viel weniger complicierter Vorgang, als die indirecte der Karyokinese. Wenn trotzdem der letztere Vorgang ein so allgemein verbreiteter ist, wo immer Zellen vorkommen, dass man zweifeln kann, ob die früher allgemein acceptierte directe Kernteilung wirklich existiert, ob nicht vielmehr eine solche dadurch vorgetäuscht werden kann, dass die karyokinetischen Vorgänge schneller ablaufen, als die völlige Trennung der Tochterkerne von einander, so muss man fragen, worin der Vorzug der indirecten Teilung zu finden ist.

Verf. beantwortet diese Frage durch die Annahme, dass der Kern und die Zelle etwa einer complicierten, von uns aus weiter Entfernung gesehenen Fabrikeinrichtung zu vergleichen sei. Um aus einer Fabrik zwei neue zu machen, genügt es offenbar nicht, die erstere irgendwie zu halbieren. Eine complicierte chemische Structur des Kernes vorausgesetzt, kommt die Karyokinese auf eine recht gründliche Durchmischung aller den Kern constituierenden Bestandteile hinaus, etwa wie wenn man ein Gemenge verschiedener, in einer Flüssigkeit aufgeschwemmten Farbstoffe von differentem specifischen Gewicht vor der räumlichen Halbierung des Gemenges erst tüchtig durch einander schütteln würde. Statt der Farbstoffe des Bildes wären die verschiedenen Eiweisskörper im Kern in Betracht zu ziehen; die achromatophilen Fäden mögen zur regelmässigen und mechanischen Aufreihung der Körnchen dienen, aus welchen die chromatophilen Kernfäden zusammengesetzt sind, welche letzteren Fäden sich bekanntlich der Länge nach spalten.

So wäre die functionelle Bedeutung der karyokinetischen Zellenteilung glücklich aufgeklärt. Ueber die Ursachen, denen dieser Process seine Entstehung und seinen Fortgang verdankt, giebt der Verf. Andeutungen, in betreff deren auf das Original verwiesen werden muss. Ob die den jetzigen Methoden in sich gleichartig erscheinenden Kernbestandteile, speciell die chromatophile Substanz, wirklich so mannigfaltig constituiert ist, lässt sich natürlich nicht a priori entscheiden (Ref.).

Nouvelles universitaires. [1]

Professor Paul Albrecht ist von Brüssel nach Hamburg übergesiedelt.

William Benjamin Carpenter (Physiologe) ist am 10. November in London, 73 Jahre alt, gestorben.

B. Solger, bisher ausserordentlicher Professor der Anatomie in Halle a. d. S., ist in gleicher Eigenschaft nach Greifswald versetzt worden.

[1]) Nous prions instamment nos rédacteurs et abonnés de vouloir bien nous transmettre le plus promptement possible toutes les nouvelles qui intéressent l'enseignement de l'Anatomie et de la Physiologie dans es facultés et universités de leur pays. Le „Journal international mensuel“ les fera connaître dans le plus bref délai.

Druck von Leopold & Bär in Leipzig.

Die Retina

von

W. Krause.

(Hierzu Taf. I—III.)

II. Die Retina der Fische.

(Fortsetzung [1]).

Teleostei.

Allgemeine Angaben über die Retina von Lophobranchiern, Cyprinoiden, Percoiden finden sich bei W. Müller, der folgende Species von Fischen überhaupt untersucht hat [*33*, S. XLVIII]: Mustelus vulgaris, Acanthias vulgaris, Perca fluviatilis, Serranus cabrilla, Acerina cernua, Cottus gobio, Trigla cataphracta, Morna vulgaris, Cyprinus carpio, Trutta fario, Syngnathus acus und Protopterus annectens.

Physostomi.

Cyprinidae.

8. Cyprinus carpio.

Die Dicke der Plättchen, in welche die Aussenglieder der Doppelzapfen zerfallen, schwankt bei Cyprinus (sp.?) zwischen 0,00025 bis 0,0005 bis 0,00067 mm [*44*, S. 232].

Abbildung der Stäbchen etc. s. [*21*, S. 255].

Die Dicke der Stäbchenkörnerschicht beträgt 0,036 mm, die Stäbchenkörner haben 0,003 mm Durchmesser [*4*, S. 415].

[1]) S. Heft 1. Bd. III. 1886. S. 8.

Die Dicke der Körnerschicht beträgt 0,045—0,09 mm; die Körner haben 0,006 mm Durchmesser [*4*, S. 415].

Das *Stratum lacunosum* besteht nur aus einer Lage multipolarer Zellen [*16*, S. 757].

9. Carassius vulgaris.

Es kommen Albinos vor [*10*, S. 44].

Die Anordnung der *Stäbchen* und *Zapfen* ist zufolge der Untersuchung der frischen Retina [*10*, S. 44] wie bei Pleuronectes. Die Zwillingszapfen bestehen öfters aus zwei ungleich dicken Innengliedern, der Gesamtquerschnitt der letzteren ist mehr rund als oval. Die Membrana perforata und das Stratum lacunosum verhalten sich wie bei Esox lucius oder Cyprinus carpio [*16*, S. 758].

10. Barbus vulgaris.

Die Innenglieder der Stäbchen sind bei Cyprinus barbus, zufolge einer Abbildung von M. Schultze [*42*, S. 201. Taf. XI. Fig. 6 und 7] relativ kurz und dick; einfache Zapfen sind anscheinend zahlreich vorhanden.

11. Gobio fluviatilis.

Es sind zwei Arten von Stäbchen vorhanden, die sich, wie es bei den grünen Froschstäbchen der Fall ist, dadurch unterscheiden, dass das Innenglied der einen Art weit länger, dünn und fadenförmig ist, das Aussenglied dagegen kürzer.

Beide Arten von Stäbchen enthalten am chorioidealen Ende des Innengliedes einen ellipsoidischen resp. mehr hyperboloidischen Körper, dessen Spitze glaskörperwärts gerichtet liegt. Die Dimensionen betragen [*16*, S. 758] an Präparaten aus H. Müller'scher Flüssigkeit:

	Zapfen		Stäbchen mit kurzen Innengliedern		Stäbchen mit langem Innengliede	
	Länge	Dicke	Länge	Dicke	Länge	Dicke
Aussenglied . . .	0,032	0,0021	0,061	0,0036	0,019	0,0036
Innenglied . . .	0,028	0,092	0,026	0,0012	0,067	0,001
Ellipsoid . . .	0,018	0,009	0,0054	0,0023	0,0054	0,0018
Stäbchen im Ganz.	—	—	0,087	—	0,086	—

12. Leuciscus sp.

Der Sehpurpur verhält sich [*21*] wie bei Abramis brama.

13. Leuciscus rutilus.

Die Retina ist nur in frischem Zustande untersucht [*10*, S. 43]. Die Zapfen sind teils Zwillinge, teils einfach; die relative Anzahl im Vergleich zu den Stäbchen ist öfters ein wenig (6 : 5) beträchtlicher, als bei Esox lucius.

14. Leuciscus Jeses.

Die Retina ist nur im frischen Zustande untersucht [*10*, S. 44]; die Stäbchen und Zapfen verhalten sich wie bei Leuciscus rutilus.

15. Leuciscus dobula.

Die Membrana perforata und das Stratum lacunosum verhalten sich wie bei Esox lucius [*16*, S. 758] oder Cyprinus carpio.

16. Scardinius erythrophthalmus.

Die Retina ist nur im frischen Zustande untersucht [*10*, S. 43], die Stäbchen und Zapfen verhalten sich wie bei Leuciscus rutilus.

17. Tinca vulgaris.

Der Sehpurpur verhält sich [*21*, S. 275] wie bei Abramis brama.

Die Retina zeigt frisch untersucht [*10*, S. 44] eine Anordnung der Stäbchen und Zapfen wie bei Leuciscus rutilus.

Die Dicke der *Stäbchenkörnerschicht* beträgt 0,048 mm; die Stäbchenkörner haben 0,003 mm Durchmesser [*4*, S. 415].

Die Dicke der *Körnerschicht* beträgt 0,018 mm, die Körner haben 0,009—0,015 mm Länge, 0,003—0,004 mm Breite [*4*, S. 415].

18. Abramis brama.

Es kommen Albinos vor [*10*, S. 44].

Stäbchen. Der Sehpurpur sieht nach Aufbewahrung des Fisches im Dunkeln violett aus [*21*], womit das spektroskopische Verhalten übereinstimmt; derselbe ist leicht vergänglich, mindestens dreimal schneller als beim Frosche. Der Sehpurpur ist in Galle ohne Aenderung der Farbe und Lichtempfänglichkeit löslich, wird von monochro-

matischem Licht aus der Nähe der Spectrallinie *D* am schnellsten zerstört, sehr wenig von Indigoblau und violett. Beim *lebenden* Tiere ist der Purpur unerwartet beständig, derselbe hält sich bei im Sonnenlicht schwimmenden Tieren über eine Stunde, und in blauem oder grünem Licht mindestens 8—10mal länger, als derjenige vom Frosch. Dies gilt für viele Fische (Tinca, Leuciscus) und es mag damit zusammenhängen, dass die Fische die Tiefen der Gewässer lieben, in welche wenig langwellige Lichtstrahlen einzudringen vermögen [*21*]. Jedoch nähern sich die Fische in betreff der raschen Zersetzbarkeit nach dem Tode den Verhältnissen bei den Säugetieren.

Zapfen. Die Innenglieder der Zwillingszapfen scheinen von sehr verschiedener Länge zu sein [*21*, Taf. III. Fig. 1 u. 6]. Nach Engelmann [*53*] nimmt im Dunkelauge binnen Stunden die Länge des Innengliedes bis zum Zapfenellipsoid um 0,005 auf 0,05 mm zu (ähnlich wie beim Frosch).

Nach den Abbildungen [*21*] ist die Membrana fenestrata als scharf markierte Linie auf dem Dickendurchschnitt der Retina sichtbar; die Membrana perforata besteht anscheinend aus zwei Zellenlagen.

Die Dicke der *Stäbchenkörnerschicht* beträgt 0,036 mm; die Stäbchenkörner haben 0,004 mm Durchmesser [*4*, S. 415].

Die Dicke der *Körnerschicht* beträgt 0,054 mm; die Körner haben 0,006—0,012 mm Länge auf 0,006 mm Breite [*4*, S. 415].

Die *Ganglienzellen* sind zufolge der Untersuchung frischer Netzhäute sehr ungleich gross; sie haben die Hälfte bis zum Dreifachen der Grösse eines Abramisblutkörperchens [*10*, S. 44].

19. Abramis blicca.

Es kommen Albinos vor [*10*, S. 44].

Zufolge der Untersuchung der frischen Retina [*10*, S. 44] haben die grössten Ganglienzellen die fünffache bis sechsfache Grösse eines Blutkörperchens desselben Tieres, die kleinsten sind halb so gross als ein solches Körperchen (vgl. Abramis brama). Ein grosses Blutgefäss verläuft in der Mitte der Eintrittsstelle des N. opticus in die Retina und giebt zehn grosse mit freiem Auge sichtbare Aeste ab [*10*, S. 44].

20. Aspinus rapax.

Die Retina ist nur im frischen Zustande untersucht [*10*, S. 43]. Die Stäbchen und Zapfen verhalten sich wie bei Leuciscus rutilus.

21. Cobitis barbatula.

Die Membrana perforata und das Stratum lacunosum verhalten sich wie bei Esox lucius oder Cyprinus carpio [*16*, S. 758].

Physiologisches. Ueber die Empfindlichkeit der Schmerle für Helligkeits- und Farbendifferenzen hat Graber [1]) eine experimentelle Untersuchung angestellt. Etwa 60 ca. 4 cm lange junge Fische wurden in einem länglichen Kasten von 4 cm Wasserhöhe beobachtet. Die Tiere konnten sich im Laufe einer halben Stunde entweder in die helle oder dunkle Abteilung des Kastens begeben; in anderen Versuchen in eine rot oder blau beleuchtete Abteilung u. s. w. Es ergaben sich in betreff des Helligkeitsgefühles in 9 Zählungen folgende Zahlen:

Hell	24	22	20	22	20	18	12	15	12	— 19,3
Dunkel	36	38	40	38	40	42	48	45	48	— 41,7.

In dieser Reihe bedeutet die letzte Ziffer das arithmetische Mittel. Cobitis barbatula zieht also, wie es nach ihrer Lebensweise zu erwarten war, das Dunkel dem Lichte vor, im Verhältnis von 1:2,1; übrigens suchten die Tiere den allerdunkelsten Teil des Kastens auf.

Im farbigen Licht zogen die Fische zwar auch das Dunkelrot dem Hellrot vor, indessen gilt dies nur für eine gewisse mittlere Helligkeit. So fanden sich bei einem mit 20 Exemplaren angestellten Experiment:

Hellrot	13	6	9	7	10	6	9	5	4	7	5	8	— 7,4
Dunkelrot	7	14	11	13	10	14	11	15	16	13	15	12	— 12,6

oder eine Vorliebe für Dunkelrot im Verhältnis von 1,7:1.

Ganz entschieden bevorzugt dagegen Cobitis das Rot vor dem Blau, sogar entgegengesetzt ihrer Lichtscheu das Hellrot vor dem Dunkelblau:

Hellrot	40	36	42	45	38	34	42	39	32	38	— 38,6
Dunkelblau	20	24	18	15	22	26	18	21	28	22	— 21,4

und fast ebenso in der zweiten Hälfte derselben Beobachtungsreihe:

Hellrot	43	41	36	36	36	39	33	38	41	40	— 38,3
Dunkelblau	17	19	24	24	24	21	27	22	19	20	— 21,7

Verhältnis wie 1,8:1.

Ferner zieht die Schmerle dem Grün das Rot vor, wieder entgegengesetzt der Helligkeitsdifferenz:

Hellrot	22	18	19	21	23	24	60	49	44	34	42	42	— 39,8
Dunkelgrün	28	32	31	29	27	26	36	43	39	38	30	30	— 38,9

Die Differenz ist allerdings sehr gering, aber in der zweiten Hälfte der Beob-

---

[1]) Grundlinien zur Erforschung des Helligkeits- und Farbensinnes der Tierb- 1884. S. 126—132.

achtungen entschiedener ausgesprochen; bei 72—96 Individuen war das Mittel = 27,1:21,6 oder 1,3:1, in der ersten Hälfte wie 1:1,4.

Entfernt man aus dem weissen Tageslicht das Ultraviolett, so wird es weniger gemieden (vgl. oben Hell: Dunkel):

Weiss ohne Ultraviolett	7	6	9	12	12	14 —	11
Schwarz	21	22	19	16	16	14 —	17

Bei 28 Individuen war das Verhältnis wie 1:1,6 statt 1:2,1 für gewöhnliches Tageslicht.

Auch bei einer *Alburnus*-Art fand Graber (l. c.) ähnliches Verhalten. Es wurden 19—22 junge, 3 cm lange Weissfische jedesmal 15 Minuten lang beobachtet Es ergab sich dieselbe Vorliebe für Dunkel und für Rot wie bei Cobitis barbatula:

Hell	15	18	22	20	13	14	14	10	3	13 —	14,2 = 1
Dunkel	29	26	22	24	31	30	30	33	39	29 —	29,3 = 2,1

Ferner:

Hellrot	10	10	8	9	15	17	12	10	10	11	9 —	11 = 1,1
Dunkelblau	11	11	13	12	6	4	9	11	11	10	11 —	9,9 = 1

Dagegen:

Dunkelrot	33	27	28	26	22	34	29	37	26 —	30 = 2,5
Hellblau	11	17	16	18	12	10	15	7	18 —	13 = 1

oder im Mittel verhält sich Rot : Blau = 1,7:1.

Ferner:

Hellrot	16	20	13	16	20	22 — 25 = 1
Dunkelgrün	26	22	28	26	22	20 — 31 = 1,2

Endlich:

Weiss	8	13	18	13	21	14	12	19 — 14,8 = 1
Rot	34	29	23	29	21	28	30	33 — 28,4 = 1,9

oder nach im ganzen 12 Beobachtungen verhält sich Weiss : Rot = 1:2,2

Im ganzen stimmt offenbar Alburnus mit Cobitis überein: beide sind *photophob* und *erythrophil*.

Scombresoidae.

22. Belone vulgaris.

Die Retina ist nur im frischen Zustande untersucht; die Stäbchen sind sehr dünn [*10*, S. 43].

Esocidae.

23. Esox lucius.

Nach Hannover [11] betragen beim Hecht die Dimensionen der Retina in mm:

	Nahe hinter dem Aequator	1 mm hinter der Ora serrata	0,5 mm hinter der Ora serrata	0,1 mm hinter der Ora serrata
Höhe der Pigmentzellen	0,140			
Breite „ „	0,016			
Länge der Stäbchen-Aussenglieder .	0,1			
Breite „ „ „ .	0,0035			
Länge der Stäbchen-Innenglieder .	0,074			
Länge der Stäbchen	0,174			
Breite der Zapfen-Innenglieder . .	0,0088			
Dicke der Retina mit den Aussengliedern	0,665			
„ „ „ ohne die Aussenglieder	0,565	0,0218	0,130	0,085
Länge der Zapfen-Innenglieder . .	0,074	0,042	0,012	0,024 (für die vier Schichten zusammen)
Dicke d. Stäbch.- u. Zapfenkörnerschicht	0,030	0,018	0,009	
„ „ Membrana perforata . . .	0,015	0,007	0,007	
„ „ Körnerschicht	0,072	0,046	0,019	
„ „ spongiösen Schicht	0,142	0,046	0,046	0,046
„ „ Ganglienzellenschicht . . .	0,020	0,006	0,006	0,015 (für beide Schichten zusammen)
„ „ Opticusfaserschicht . . .	0,212	0,053	0,031	
Durchm. d. Kerne d. Membr. perfor.		0,007 — 0,013		
Abstand „ „ „ „ „ unter einander	0,018 — 0.027 — 0,044.			

Pigmentschicht. Die Pigmentscheiden [11, Taf. I] der Aussenglieder sind stark entwickelt; jede Pigmentzelle soll deren sechs aussenden, welche einen Zapfen umgeben [10, Taf. IV. Fig. 52—58]. Die Melaninkrystalle sind als langgestreckte stäbchenförmige Prismen schon bei gewöhnlichen Vergrösserungen zu erkennen. Der chorioideale Teil der Pigmentzelle enthält einen klaren, nach Hannover violetten Fetttropfen (in der Abbildung, Taf. II. Fig. 1, nicht sichtbar).

Stäbchen- und Zapfenschicht.

Die *Stäbchen* haben lange *Aussenglieder* mit abgerundeten Kuppen, der Zerfall in Plättchen ist an den Aussengliedern nach Behandlung

mit 0,1—1procentigen Lösungen von Ueberosmiumsäure sehr deutlich. In letzterer untersucht sind die Aussenglieder 0,09—0,1 mm lang, 0,0056—0,0058 mm breit. In 10procentiger wässriger Chloralhydratlösung erscheinen sie schlanker, etwas trübe; die Plättchen stellen sich zickzackförmig in schräge Richtungen. Nach Behandlung mit 0,1procentiger Ueberosmiumsäure quellen sie ein wenig und sind in der Längsansicht von einer scharfen Contour begrenzt; weit davon entfernt, in der Axe, liegt die unregelmässig gewordene Plättchensäule. Dieser Befund, der bei fast allen Tieren, deren Aussenglieder nicht gar zu fein sind, wiederkehrt, hat viele Beobachter veranlasst, eine membranöse Hülle des Aussengliedes anzunehmen, welche sich auf das Innenglied fortsetzt. Diese Deutung des fraglichen Bildes ist jedoch nicht mehr gestattet, sobald man optische Querschnitte der Stäbchenaussenglieder untersucht. Weit entfernt, bei 600—1000facher Vergrösserung eine auch nach innen scharfe Begrenzung durch die scheinbare Membran zu zeigen, verliert sich die stärker lichtbrechende Contour nach der Axe des Aussengliedes hin allmählich. Der Zwischenraum zwischen den Plättchen, die sich nicht verbreitert haben, und der äussersten Contour ist keineswegs leer, sondern mit einer homogenen, schwach lichtbrechenden Substanz gefüllt, die z. B. mit wässriger Jod-Jodkaliumlösung gefärbt werden kann. In Wahrheit ist die aufquellende und zu färbende Substanz diejenige, welche die Plättchen in dem überlebenden Aussengliede zusammenkittet. Die angebliche Membran der Aussenglieder existiert also nicht.

Das *Innenglied* ist lang, fadenförmig, 0,043 mm lang, 0,005 mm dick in 0,1procentigen Ueberosmiumsäure-Präparaten. Es ist biegsam, schwächer lichtbrechend als das Aussenglied, an seinem chorioidealen Ende enthält es ein nach Ueberosmiumsäurebehandlung grobkörniges Stäbchenellipsoid von 0,0125 mm Länge auf 0,005 mm Breite im Hintergrund des Auges. Das Glaskörperende des Innengliedes ist unmittelbar an der Membrana reticularis ein wenig verdickt.

Der Hecht besitzt nach Hannover [*10*, S. 43. Taf. IV. Fig. 52—55, 54, 58] die längsten und dicksten Stäbchen, welche bei den von Hannover untersuchten, gewöhnlich vorkommenden Fischspecies zu finden sind. Zufolge der Untersuchung der Flächenansicht von frischer Netzhaut wird jeder Zapfen constant von zwölf Stäbchen im Kreise um-

geben, doch kommen auf jeden der ersteren, wie es scheint, nur etwa neun Stäbchen.

Abbildung der Stäbchen s. bei M. Schultze [*44*, Fig. 18].

Die *Zapfen* sind meist Doppelzapfen, einfache Zapfen sind selten und dünner.

Die *Aussenglieder* sind kegelförmig, in 1procentigen Ueberosmiumsäurelösungen 0,03 mm lang, an der Basis 0,0057, an der Spitze noch 0,002 mm dick. Die Dicke der Plättchen, in welche die Aussenglieder zerfallen, schwankt zwischen 0,00025 — 0,0005 — 0.00067 mm [*44*, S, 232].

Die *Innenglieder* sind 0,055 mm lang, bauchig, ihr Fuss (s. Perca) schmaler, 0,004—0,0055 mm breit. Mehr als zwei Drittel ihrer Länge werden von einem grobkörnigen, 0,033—0,037 mm langen, 0,044 bis 0,01 mm dicken *Zapfenellipsoid* eingenommen, dessen Begrenzung gegen den Glaskörperteil des Innengliedes jedoch sehr unbestimmt erscheint. Dieser Teil ist feinkörniger, ein mitunter sichtbarer hellerer ovaler Fleck ist wohl als Paraboloid zu deuten.

Die *Zwillingszapfen* sind in der Mitte ihrer Länge und von da chorioidealwärts bis zu den abgerundeten Enden ihrer Innenglieder in Bezug auf letztere mit einander verschmolzen. Die Grenze wird jedoch durch eine Einkerbung markiert, so dass die Querdurchschnitte der Innenglieder so — oo — aussehen. Die Füsse beider Innenglieder sind wieder vollkommen von einander getrennt; nach Hannover's [*11*, Taf. I. Fig. 1 *m*] Angabe jedoch von einer gemeinschaftlichen Membran umschlossen und fadenförmig (vgl. unten Perca, S. 65). Die Zapfenkörner, Zapfenfasern und Zapfenfaserkegel, welche zu den beiden Hälften jedes Zwillingszapfens gehören, sind einander vollkommen gleich, liegen dicht neben einander und die Zapfenfasern laufen parallel.

Membrana reticularis. Ist wenig ausgebildet, 0,001 mm dick. In der Profilansicht erscheint sie als doppeltcontourierte, jedoch häufig auch wohl perlschnurähnlich unterbrochene Linie. Dies Zurücktreten der Membrana reticularis lässt die von der nervösen sich leicht ablösende Epithelialschicht der Retina um so frappanter als solche, z. B. als Homologon des Riechepithels erscheinen.

Stäbchen- und Zapfenkörnerschicht. Die *Zapfenkörner* sind 0,01 mm lang, 0,008 mm breit, oval; sie ragen häufig zu einem Drittel

(0,0033 mm) oder Viertel ihrer Länge chorioidealwärts über die Membrana reticularis hinaus. Nach Behandlung mit 1procentiger Ueberosmiumsäure erscheinen sie heller als die Zapfeninnenglieder, mit einem 0,001 mm messenden Kernkörperchen versehen. Jeder Zapfen geht in eine 0,0021—0,0027 mm dicke *Zapfenfaser* über, so dass die Zwillinge deren zwei besitzen (nach Hannover's — *11* — irrtümlicher Angabe nur eine). Die Zapfenfasern setzen sich jede in einen grossen *Zapfenfaserkegel* fort, welcher der Membrana fenestrata anliegt. Die Kegel sind hohl, ihre Innenmasse wird in 1procentigen Ueberosmiumsäurelösungen nach einigen Tagen tiefschwarz, undurchsichtig. In schwächeren Lösungen erscheint letztere Masse bräunlich oder gelblich und körnig. Die Höhe dieser *Innenkegel* (Taf. II. Fig. 3 *zfk*) ist sehr wechselnd und steht nicht im Verhältnis zur Breite der Basis, daher ist ihre Form bald schlank und spitz, z. B. 0,0035 auf 0,002 mm, bald breit und niedrig. Der Kegelmantel bleibt dabei homogen und heller; ist der Innenkegel herausgefallen, so hinterlässt er eine helle Lücke, die, wenn sie oval aussieht, wie ein Kern aussehen kann, der aber niemals sich tingieren lässt. Auch die breiten niedrigen Innenkegel können in einer Profilansicht wie Kerne aussehen, die nicht mit den sparsamen Kernen der Membrana fenestrata verwechselt werden dürfen. In der Flächenansicht sieht die Kegelbasis nicht rund, sondern unregelmässig polygonal aus. Am Rande des Kegelmantels geht der letztere in viele feine kurze, auch wohl verästelte und körnige Fäden über, die mit den Zellenausläufern der Membrana fenestrata zusammenhängen. Sind die letzteren Zellen von der Kegelbasis abgetrennt, so sieht letztere gleichsam ausgefranzt aus (Taf. II. Fig. 11 *zk*).

Die *Stäbchenkörner* sind kleiner und schlanker, als die Zapfenkörner, 0,0067 mm lang, 0,005 mm dick. Nach Denissenko [*4*, S. 415] beträgt die Dicke der Stäbchenkörnerschicht 0,036 mm; die Stäbchenkörner haben 0,009 mm Länge auf 0,006 mm Breite. Die Stäbchenkörner finden sich in mehreren Reihen übereinander und reichen nicht an die Membrana reticularis. Sie liegen in eine *Stäbchenfaser* eingebettet, welche die Verbindung zwischen dem Stäbcheninnengliede und dem *Stäbchenkegel* herstellt. Letztere wiederholen im Kleinen das Verhalten der Zapfenkegel, sie sind aber weit kleiner und kolbenförmig, z. B. 0,0033 mm lang auf 0,0041 mm Dicke, und gehen allmählich in

die Stäbchenfaser über. Sie enthalten einen kleineren *Innenkegel*, der nicht so schwarz wird wie der Zapfeninnenkegel. Der Rand der Basis des Kegelmantels ist ebenfalls ausgefranzt, aber viel zarter.

Die Stäbchenfasern bildete M. Schultze [*42*, Taf. XI. Fig. 8 u. 9] nach Behandlung der Retina mit Ueberosmiumsäure ab, die Zapfenfaserkegel erscheinen dabei körnig und dintenartig schwarz.

Zwischen den Stäbchenkörnern sieht man an 0,1procentigen Ueberosmiumsäure-Präparaten, die in Wasser untersucht wurden, öfters kolbenförmige Anschwellungen der Stäbchenfasern, die genau bis zur Membrana reticularis reichen. Dieselben sind meist 0,017—0,021 mm lang, 0,0025—9,0041 mm dick, feinkörnig und am Ansatze des in der Profilansicht dreieckigen Stäbcheninnengliedes quer abgestutzt. Wenn letzteres fehlt, gleichen sie vollkommen den Landolt'schen Kolben bei Salamandra maculosa.

Membrana fenestrata. Auf Radiärschnitten erscheint sie an Säure-Präparaten als ganz schmale, helle, feinkörnige Linie; bei stärksten Vergrösserungen und etwas schräg betrachtet, sieht sie netzförmig aus (Taf. II. Fig. 9). Flächenansichten aber zeigen undeutliche unregelmässige blasse, feinkörnige Zellen, von 0,012—0,017 mm Länge auf 0,0058 bis 0,0075—0,01 mm Breite. Die Zellen sind mit kurzen, verästelten, feinen Ausläufern versehen, und durch dieselben mit ihren Nachbarzellen und den Stäbchen- resp. Zapfenfaserkegeln verbunden. Nicht jede Zelle enthält einen Kern. Letztere sind oval, abgeplattet, 0,005—0,01 mm lang, 0,0035—0,004 mm breit und 0,0025 mm dick, etwas trübe, mit einem undeutlichen, 0,001 mm grossen Kernkörperchen ausgestattet. Sie lassen sich an Präparaten, die mit H. Müller'scher Flüssigkeit und Alkohol behandelt wurden, durch Karmin färben (Taf. II. Fig. 3 *b*).

Die hellen, öfters ovalen Lücken in der Membrana fenestrata messen z. B. 0,005 mm Länge auf 0,004 mm Breite. Sehr leicht trennt sich die Epithelialschicht der Retina von der nervösen Schicht, so dass meist die Membrana fenestrata an ersterer hängen bleibt, oder die Zapfen- und Stäbchenfaserkegel isoliert in Profilansichten hervorragen.

Eine Abbildung der Membrana fenestrata s. *13* [Taf. II. Fig. 41].

Körnerschicht.

Unmittelbar an die Membrana fenestrata stösst die *Membrana perforata* (Taf. II. Fig. 4). Sie besteht aus grossen feinkörnigen, unregel-

mässigen Zellen, die eine durchbrochene Membran darstellen. Hannover, der die Membrana fenestrata nicht kennt, nennt die Membrana perforata „Membrana intermedia“, läugnet irrtümlich die Durchbohrung der letzteren; er giebt die Distanz ihrer Zellenkerne auf 0,018—0,027—0,044 mm variierend an. Jede Zelle enthält einen grossen, 0,013 mm langen, 0,011 mm breiten (nach Hannover — *11* — 0,007—0,013 mm messenden), in Ueberosmiumsäure- und namentlich in Chromsäure-Präparaten sehr hellen, klaren Kern mit einem einzigen, 0,001 mm grossen, glänzenden Kernkörperchen. Der Kern ist weniger abgeplattet, als die ganz dünne Zelle und ragt von der Ebene der letzteren glaskörperwärts hervor. Die Fortsätze sind kurz, breit, körnig; durch dieselben hängen benachbarte Zellen zusammen; die übrigbleibenden Lücken sind klein, oval und werden von den radialen Stützfasern perforiert. In schräger Profilansicht haben diese Zellen der Membrana perforata eine sehr grosse Aehnlichkeit mit multipolaren Ganglienzellen, wofür sie früher oft bei Fischen gehalten worden sind.

Stratum lacunosum. In der Körnerschicht befindet sich eine zweifache oder hier und da dreifache, nach Hannover [*11*] stets dreifache, nach Retzius [*38*] zweifache Lage multipolarer, anastomosierender, tief eingeschnittener Zellen. Sie sind platt, in tangentialer Richtung ausgebreitet; die Zellenkörper sowie deren verästelte und, wie gesagt, mit denjenigen der benachbarten Zellen anastomosierende Fortsätze, längsgestreift. Durch die angegebenen Merkmale unterscheiden sie sich sehr leicht von den Zellen der Membrana perforata; mit 1procentiger Ueberosmiumsäure wird die Längsstreifung am deutlichsten, viel weniger deutlich erscheint sie nach Behandlung mit verdünnten Ueberosmiumsäure-Lösungen, mit H. Müller'scher Flüssigkeit oder 10procentigem Chloralhydrat; auch treten Körnchen im Innern der Zellenkörper und deren Fortsätzen auf. Die Zellen sind z. B. 0,125 mm lang, ihre Ausläufer erster Ordnung 0,003 mm breit. Die Kerne sind abgeplattet, längsoval, granuliert, häufig undeutlich oder sie fehlen auch ganz, jeder Zellenkörper enthält nur einen Kern; derselbe ist etwa 0,11 mm lang, 0,004 mm dick in der Profilansicht (Taf. II. Fig. 2. Fig. 11 *lac*).

Nach Reich [*37*] besteht das Stratum lacunosum aus zwei Lagen a) von tiefgelappten multipolaren Zellen; b) von bandartigen Fasern. Die Zellen sind platt, haben deutliche, ovale, ebenfalls abgeplattete

Kerne und lange, feingestreifte Ausläufer, die anastomosieren. An diese Zellen schliesst sich die innerste Lage des Stratum lacunosum, aus noch mehr langgestreckten platten Zellen bestehend, deren Ausläufer, spitzwinklig durcheinander greifend, eine Art Mattengeflecht constituieren. Durch die Lücken aller dieser Zellenlagen ziehen die radialen Stützfasern und verbinden sich mit der Membrana fenestrata.

Durch die Lücken, welche die Anastomosen der Fortsätze lassen, treten die radialen Stützfasern hindurch. Erstere sind meist länglich oval oder unregelmässig vieleckig mit abgerundeten Winkeln.

Körner. Die eigentlichen (inneren) Körner liegen einzeln hier und da in den Lücken, welche zwischen den radialen Stützfasern und den sie rechtwinklig kreuzenden Lagen des Stratum lacunosum freibleiben. Diese Lücken sind hell und anscheinend im übrigen leer; wahrscheinlich sind sie als Lymphräume zu betrachten.

Am zahlreichsten finden sich die Körner in einer einfachen Lage längs der Grenze der Körnerschicht gegen die spongiöse Schicht angeordnet. Es sind mindestens zwei Formen zu unterscheiden. Die grösseren von 0,011—0,014 mm Länge auf 0,01—0,011 mm Breite werden ganz dunkel in 1procentiger Ueberosmiumsäure, sie gleichen in Chromsäure-Präparaten oder solchen aus H. Müller'scher Flüssigkeit kleinen Ganglienzellen. Der relativ grosse, 0,008 mm messende, ziemlich klare Kern, mit einem grossen Kernkörperchen nimmt die chorioideale Seite des Zellenkörpers ein. Letzterer ist an seiner Glaskörperseite körnig, zugespitzt und geht in einen 0,002 mm dicken Fortsatz über, der mehr oder weniger weit in der reticulierten Schicht zu verfolgen ist, in welche derselbe in radiärer Richtung eindringt. Die Gestalt der ganzen Zelle wird durch dieses Verhältnis fast birnförmig. In chorioidealer Richtung sind häufig zwei dünnere Fortsätze vorhanden, die Zellen sind tripolar oder quadripolar.

Mutmaasslich hängen die centralen Fortsätze mit Ausläufern der multipolaren Ganglienzellen der Ganglienzellenschicht zusammen.

Die kleineren Körner sitzen ebenfalls meist dicht an der Grenze der spongiösen Schicht, kommen aber auch weiter chorioidealwärts vor. Es sind ebenfalls Zellen, von rundlicher oder polyëdrischer Gestalt, aber nur mit zwei Fortsätzen versehen, also bipolar. Sie sind etwa 0,0067 mm lang, 0,0057 mm dick, die Fortsätze sind 0,008—0,0012 mm

stark, der dickere läuft chorioidealwärts. Sie sind kleiner und zugleich weit heller als die grösseren Zellen oder Körner; ihr Kern absolut kleiner als diejenigen der letzteren, und ihr Inhalt mehr feinkörnig. Der Zellenkörper ist von unregelmässig polygonaler Gestalt, im ganzen sonst rundlich, ohne Fortsätze. Die Bedeutung dieser Zellen ist vollkommen unbekannt, wie diejenige der Körnerschicht in der Rinde des Cerebellum, woran sie erinnern.

Häufig sieht man an 0,1procentigen Ueberosmiumsäure-Präparaten, die in Wasser untersucht werden, varicöse peripherische Fortsätze dieser Zellen in den Innenkegel der Zapfenfasern eintreten; es lässt sich aber nicht entscheiden, ob sie mit ersteren oder mit den Zellenausläufern der Membrana fenestrata zusammenhängen.

Nach Denissenko [*4*, S. 415] beträgt die Dicke der Körnerschicht 0,54 mm; die Körner haben 0,006 mm Durchmesser.

Spongiöse Schicht. Dieselbe sieht an Ueberosmiumsäure- oder Chromsäure-Präparaten viel dunkler aus, als die Körnerschicht. Sie enthält Kerne der radialen Stützfasern; dieselben sind 0,009 mm lang, 0,004—0005 mm dick, die Radialfasern selbst 0,001—0,0017 mm dick. Hannover [*11*] verlegt diese Kerne sämtlich hierher, was unrichtig ist, da sehr viele derselben sich in der Körnerschicht befinden. Ausserdem kommen in der glaskörperwärts gelegenen Partie dieser Schicht chorioidealwärts aus der nächsten Schicht vorgerückte Ganglienzellen vor. Endlich enthält die spongiöse Schicht sparsame, einzeln verstreute Kerne, welche ihr selbst angehören dürften und auf ihre embryonale Entstehung aus einem anastomosierenden Zellennetz hindeuten. Sie lassen sich an Präparaten, die mit H. Müller'scher Flüssigkeit und Alkohol behandelt wurden, durch neutrales Karmin intensiv rot färben. Die Kerne liegen an Kreuzungspunkten der Fasern, welche durch ihr Geflecht die spongiöse Schicht zusammensetzen. Die aus solcher Zusammensetzung resultierende netzförmige Beschaffenheit dieser Schicht ist ungemein deutlich, namentlich an Netzhäuten, die in 1procentiger Ueberosmiumsäure gehärtet, dann successive mit Wasser, Alkohol, Chloroform behandelt, in Paraffin mit Vaselin eingebettet und nach der Mikrotomierung mit Benzol in Dammarfirniss präpariert wurden. Dunklere 4—6fach sich wiederholende, tangentiale Streifen der spongiösen Schicht entstehen durch dichtere Zusammendrängung ihrer Fasern.

Ganglienzellenschicht. Die Zellen liegen in einer einfachen oder doppelten, nach Hannover auch wohl dreifachen Reihe, in Nischen, welche die radialen Stützfasern zwischen ihnen bilden. Sie sind nicht gross, 0,01—0,022 mm Länge auf 0,008—0,014 mm Breite; sie besitzen einen in 1procentiger Ueberosmiumsäure sehr deutlichen Axencylinderfortsatz, der sich in tangentialer Richtung unverästelt weiter erstreckt, als die Protoplasmafortsätze. Letztere sind mehrfach vorhanden, längsstreifig und körnig; sie dringen in schräger Richtung in die spongiöse Schicht ein und verästeln sich chorioidealwärts. Die Kerne sind etwa 0,0056—0,008 mm breit, ovoid; sie enthalten ein grosses Kernkörperchen von 0,0015 mm Durchmesser. In Ueberosmiumsäurelösungen wird der Zellenkörper gelblich und sehr feinkörnig-trübe.

Opticusfaserschicht. Die Bündel der Opticusfasern werden jenseits des Sehnerveneintrittes durch radiäre, von platten feingranulierten Bändern gebildete Scheidewände getrennt, welche den radialen Stützfasern entsprechen. Die Bündel ragen hervor, so dass die Glaskörperfläche der Retina nicht glatt, sondern mit Reifen versehen erscheint [Hannover, *11*]. Einige Nervenfasern sind in der Nähe der genannten Eintrittsstelle doppeltcontouriert; die Stäbchen und Zapfen aber verhalten sich in dieser Gegend wie anderwärts. Im allgemeinen sind die Nervenfasern dieser Schicht stark, 0,0015—0,0017—0,02 mm breit, doch kommen auch solche von 0,0007 mm Dicke vor. Sie sind sehr deutlich von einander gesondert, überkreuzen sich auf Radiärschnitten der Retina in sehr spitzen Winkeln; sie hängen mit den Ganglienzellen durch deren Axencylinderfortsätze zusammen. Die stärkeren Fasern sind hier und da varicös; hiermit sind grössere, in den Verlauf der Nervenfaser eingelagerte bipolare Ganglienzellen von 0,014—0,017 mm Länge auf 0,008—0,011 mm Breite und Dicke nicht zu verwechseln. Sie sind sparsamer, als bei Acipenser (S. 34) und enthalten einen undeutlicheren Kern von 0,011 mm Länge auf 0,0056 mm Breite; die zugehörigen Nervenfasern sind 0,002, selbst 0,003 mm dick. Auch hier sind 1procentige Ueberosmiumsäure-Präparate zu empfehlen.

Zwischen den Opticusfasern liegen zahlreiche kugelige, mit Karmin sich färbende Kerne, welche dem interstitiellen Bindegewebe angehören und wie solche in der weissen Substanz der Centralorgane und im Stroma des N. opticus constant sind.

Radiale Stützfasern. Es sind platte, nur 0,001—0,0017 mm dicke, radiär gestellte Zellen mit breiten platten Zellenkörpern und langen Fortsätzen. Die Zellenkörper liegen meist in der Körnerschicht, zum Teil in der spongiösen Schicht (s. letztere). Von den Zellen, die in der Profilansicht auf radiären Schnitten wie glänzende Fasern erscheinen, gehen mehrere dünne und glänzende Ausläufer chorioidealwärts. Sie durchsetzen das Stratum lacunosum sowie die Lücken der Membrana perforata und gehen, sich umbiegend, öfters sehr deuliche *primäre Arkaden* bildend (s. Acipenser, S. 32), in die Zellenausläufer der Membrana fenestrata über. Glaskörperwärts entsenden die Zellen einen dickeren Fortsatz, der sich aber spitzwinklig in der spongiösen Schicht teilt und mit verbreitertem trompetenförmigen oder schlank kegelförmigem Ende an die Membrana limitans inseriert. Die Fasern sind in der Nachbarschaft ihres kegelförmigen Ansatzes dicker, 0,003 mm im Durchmesser; die Kegel selbst sind 0,014 mm breit und ungefähr ebenso hoch. Ueber die Kerne dieser Radialfasern s. die spongiöse Schicht (S. 54).

Membrana limitans (interna). Sie wird nur von den beschriebenen Ansätzen der radialen Stützfasern gebildet, ist 0,002 mm dick und erscheint in der Profilansicht als geradlinige, helle, doppelte Contour. In der Flächenansicht setzt sie sich aus polygonalen Feldern zusammen, welchen die Form der trompetenförmigen Ansätze entspricht; Hannover hält dieselben irrtümlich für Concavitäten, wovon in der Profilansicht gut gehärteter Präparate nichts zu erkennen ist.

Vorderes Ende der Retina. Nach vorn hin werden die Schichten allmählich dünner (S. 47). Die Stäbchen nehmen an Länge ab, weniger die Zapfen, sie bleiben radiär gestellt (Hannover), obgleich sie wegen der Krümmung der Retina dabei mehr nach hinten schauen. Der glaskörperwärts gelegene Teil der Zapfen nimmt rascher an Länge ab, als deren Zapfenellipsoide. Die Stäbchen- und Zapfenkörnerschicht reduciert sich auf eine einzige Lage von Körnern, die Membrana perforata vermindert ihre Dicke; sie scheint nach Hannover [*11*] als 0,007 mm dicke streifige Lage sich bis auf die hintere Irisfläche fortzusetzen, ohne jedoch Kerne darzubieten. In der Körnerschicht rücken die Zellenlagen des Stratum lacunosum nahe an einander; weniger rasch nimmt die spongiöse Schicht an Dicke ab. Die Ganglienzellen

werden sparsamer, kommen schliesslich nur noch vereinzelt vor, ebenso sparsam zeigen sich die Opticusfasern. Die radialen Stützfasern werden kürzer und drängen sich dichter an einander; sie bilden in 0,5 mm Entfernung von der Ora serrata den grössten Teil der Glaskörperhälfte der Retina (Hannover). In 0,05 mm Entfernung von der Ora hören die noch kürzer gewordenen Stäbchen plötzlich auf [*11*]. Die Stäbchen- und Zapfenkörnerschicht sowie die Körnerschicht laufen, nach der Ora serrata hin zusammenfliessend, auf der Profilansicht in eine Spitze aus [*11*]; die Zellen der letzteren bleiben bis zum vordersten Rande sichtbar. Die spongiöse und Opticusfaserschicht fliessen zusammen, sie bilden die Hälfte der ganzen Retina an der Ora serrata und endigen auf der Profilansicht nicht spitz, sondern abgerundet, Nervenfasern selbst und Ganglienzellen fehlen. Uebrigens ist der Rand der Ora teils spitz, in anderen Fällen verdickt, vorspringend und abgerundet [*11*].

Salmonidae.

---

24. Salmo fario.

Die Dicke der *Stäbchenkörnerschicht* beträgt 0,03 mm; die Stäbchen- und Zapfenkörner haben 0,006 mm Durchmesser [*4*, S. 415].

Die Dicke der *Körnerschicht* beträgt 0,1 mm; die Körner haben 0,006—0,015 mm Länge auf 0,006—0,009 mm Breite [*4*, S. 415].

25. Coregonus lavaretus.

Die Dicke der *Stäbchenkörnerschicht* beträgt 0,03 mm; die Stäbchenkörner haben 0,006 mm Länge auf 0,004 mm Breite [*4*, S. 415].

Die Dicke der *Körnerschicht* beträgt 0,09 mm; die Körner haben 0,006 mm Durchmesser [*4*. S. 415].

26. Osmerus eperlanus.

Die Retina ist nur im frischen Zustande untersucht; Stäbchen und Zapfen sind ungefähr so gross wie bei Esox lucius [*10*, S. 43].

Die Membrana perforata und das Stratum lacunosum verhalten sich beim Stint wie bei Esox lucius oder Cyprinus carpio [*16*, S. 758].

Clupeidae.

27. Clupea harengus.

Die Retina ist nur im frischen Zustande untersucht. Die Zwillingszapfen sind gross und dick, die Stäbchen sehr dünn [*10*, S. 43].

Muraenidae.

28. Anguilla vulgaris.

Die Retina des Aales bietet das erste bekannt gewordene [*13*, Taf. II. Fig. 37] Beispiel einer gefässhaltigen Netzhaut bei Fischen, während bis dahin diese Netzhäute — im Gegensatz zu den Säugern und der Schildkröte [*28* u. *31*, S. 75] — für anangisch gegolten hatten. Bestätigt wurde die citierte Angabe für den Aal und einige Chelonier [*33*, S. LIII]; ferner wurden auch in der Stäbchenkörnerschicht Blutgefässe nachgewiesen [*2* u. *3*] und von anderer Seite [*22*] bestätigt. Dagegen sind bei Chelonia mydas keine Blutgefässe in der Retina vorhanden [*12*]; ebenso habe ich bei Emys europaea und Testudo graeca (an nicht-injicierten Präparaten) keine Gefässe gefunden. — Das Vorkommen in der von der Zapfenkörnerschicht durch die Membrana reticularis getrennten Stäbchenkörnerschicht ist in den Sinnesorganen nicht ohne Analogie, seit Retzius [*38*] epitheliale Blutcapillaren im Cylinderepithel der Cochlea des Alligators nachgewiesen hat. Schon früher waren ähnliche Verhältnisse bei Ornithorhynchus platypus aufgefunden [*35*]. — Die Anzahl der in die Retina des Aales vom Glaskörper her eintretenden Capillaren wird auf vielleicht 4800 geschätzt [*52*].

Es war die Hypothese aufgestellt [*17*], dass die Blutgefässe der Aalretina solche seien, welche die vom Gehirn auswachsende Augenblase ursprünglich mitbringt. Nach directen Untersuchungen [*51*] stammen dieselben jedoch aus der A. hyaloidea.

Die Retina des Aales ist im ganzen 0,3 mm dick [*46*], davon kommen auf die

Stäbchen- und Zapfenschicht	0,123
Stäbchenkörnerschicht	0,055

Lage der Zapfenkegel	0,015
Membrana fenestrata	0,006
Körnerschicht	0,036
Spongiöse Schicht	0,050
Ganglienzellen- und Opticusfaserschicht .	0,015.

Stäbchen- und Zapfenschicht.

Stäbchen. Sie sind ziemlich gross, mit 0,5procentiger Ueberosmiumsäure und Alkohol behandelt 0,0267 mm lang; die Aussenglieder 0,019, an Präparaten aus Müller'scher Flüssigkeit 0,0246 mm lang, 0,0021 mm dick, die Innenglieder 0,0062—0,0075—0,008, im Mittel 0,01 mm lang und 0,0008—0,001 mm dick [*13*, S. 28. Taf. II. Fig. 26. — In Nr. *11*, S. 311 ist selbstverständlich 0,0008 statt 0,008 zu lesen]. Sie sind in grösserer Anzahl, als die Zapfen, vorhanden. Ihre Stäbchenellipsoide sind körnig, 0,002—0,003 mm lang, 0,001—0,002 mm dick. Das Photaesthesin der Aussenglieder sieht violett-rötlich aus (Sehpurpur) und letztere sind unter diesen Umständen dichroitisch [*18*]. Der an die Membrana reticularis anstossende Teil ist in einer Länge von 0,006 mm verdickt, 0,0012 mm dick, und an die genannte Membran mit einem kegelförmigen Fusse, der wie ein Stäbchenfaserkegel aussieht, befestigt. Abbildung der Stäbchen s. bei M. Schultze [*44*, Fig. 17].

Zapfen. Sie wurden von Nunneley entdeckt [*34*], von Hannover [*9*] und M. Schultze [*43*] geläugnet. Von mir wurden sie bestätigt [*13*, Taf. II. Fig. 28]. Von anderer Seite [*48*] ist das Historische in betreff der Blutgefässe und Zapfen irrtümlich dargestellt [vgl. *20*]. Es sind *einfache* dickbauchige Gebilde; Zwillingszapfen oder Doppelzapfen fehlen, obgleich der Aal ein Knochenfisch (Teleostier) ist; seine Retina steht auch in dieser Beziehung den Säugern näher. Da der Aal ein in der Tiefe der Gewässer lebendes, in der Nacht wanderndes Tier ist, so erscheinen alle diese Besonderheiten physiologisch interessant. Phylogenetisch scheint der Familie der Muraeniden ein hohes Alter zuzukommen [*43*].

Die Zapfen sind zahlreich, sie stehen etwa eben so weit von einander entfernt, als sie dick sind; ihre Aussenglieder sind 0,0067 bis 0,0072 mm lang, 0,0012 mm dick, an ihrer Basis 0,0017 mm dick. — Nach anderer Angabe [*9*], vielleicht in anderer Gegend der Retina sind die Dimensionen geringer: die Aussenglieder 0,036 mm lang, das

Zapfenellipsoid 0,012—0,015 mm lang, 0,004—0,006 mm breit; die Innenglieder haben 0,0076—0,01 mm Länge auf 0,0051—0,006 mm Dicke [vgl. *5*]. Am chorioidealwärts gerichteten Teil des Innengliedes liegt ein stark körniges, anscheinend aus groben Körnchen bestehendes Zapfenellipsoid, welches 0,006 mm lang, 0,004 mm dick ist.

Zapfenkörnerschicht. Die Zapfenkörner (Taf. I, Fig. 7 *zk*) bilden eine eigene chorioidealwärts von der Membrana reticularis befindliche Schicht. Sie sind ellipsoidisch, 0,006 mm lang, 0,005 mm dick, senkrecht mit ihrem Längsdurchmesser zur Membrana reticularis gestellt. Sie enthalten an Präparaten aus H. Müller'scher Flüssigkeit meist ein glänzendes, 0,0005 mm dickes Kernkörperchen, färben sich mit Haematoxylin an solchen und Alkoholpräparaten weniger intensiv, als die Stäbchenkörner.

Die *Zapfenfasern* durchsetzen in radiärer Richtung die Stäbchenkörnerschicht und verbinden sich mittels je eines Zapfenfaserkegels mit den Zellen der Membrana fenestrata. Die Kegel sind dreieckige Anschwellungen der Zapfenfasern, letztere haben 0,001—0,0012 mm Dicke, der Kegel selbst 0,0025 mm Höhe auf 0,0017 mm Dicke.

Membrana reticularis. Sie erscheint auf senkrechten Durchschnitten als scharf begrenzte, 0,006 mm dicke Linie (Taf. I. Fig. 7 *Mr*).

Stäbchenkörnerschicht. Dieselbe ist interessanter Weise von der Zapfenkörnerschicht vollkommen getrennt, weil die Zapfenkörner chorioidealwärts von der Membrana reticularis liegen. Sie besteht aus 6—8, im Augenhintergrunde meist 8 Lagen von Körnern. In Ueberosmiumsäure-Präparaten (0,5 Procent) weisen sich dieselben als senkrecht zur Ebene der Retina gestellte 0,006 mm lange, 0,0033 mm breite Zellen aus, die an beiden Enden in feine, nur mit Anilinfarbstoffen sich färbende, radiär verlaufende, 0,0008 mm dicke Fasern übergehen. Die Kerne dieser Zellen sind in Alkohol-Karmin-Präparaten kugelig, von 0,003 mm Durchmesser, nach anderer Angabe [*5*] 0,004 mm lang und ebenso breit. Die Dicke der Stäbchenkörnerschicht beträgt 0,036 mm; die Stäbchenkörner haben 0,004 mm Durchmesser [*4*].

Die radialen Stützfasern durchsetzen an Ueberosmiumsäure-Präparaten die Membrana fenestrata, anscheinend ohne mit den Zellen derselben in Zusammenhang zu treten, teilen sich wiederholt und ihre Aeste verbinden sich mit je einem Stäbchenkorn. Die Anzahl der letzteren ist etwa 7 mal grösser, als sie nach der Dicke der Stäbchen-

aussenglieder berechnet sein sollte — hierin liegt ein durchaus unaufgeklärtes Problem in betreff der Retina nicht nur des Aales, sondern auch vieler anderer Teleostier.

Membrana fenestrata. Die sternförmigen Zellen, aus welchen sie besteht, entsenden chorioidealwärts Ausläufer, welche ein Netz bilden, dessen Dicke senkrecht zur Ebene der Retina 0,015 mm beträgt [*6*]. Mit den Zellen hängen die Zapfenfaserkegel zusammen, während Stäbchenfaserkegel nicht vorhanden sind (s. oben).

Körnerschicht.

Die Dicke der Körnerschicht beträgt nach Denissenko [*4*, S. 415] 0,027 mm, die Körner haben 0,004—0,006 mm Länge, 0,004—0,006 mm Breite.

Die Körnerschicht enthält mindestens sechs verschiedene Elementarbestandteile. Glaskörperwärts beginnt diese Schicht mit zwei Lagen granulierter, polygonaler, ziemlich dicker, mit kurzen Ausläufern versehener, nicht anastomosierender Zellen. Sie gleichen den Zellen der Membrana perforata bei anderen Fischen, bilden aber keine continuierliche Schicht, sondern liegen (wie bei Säugern und Urodelen) in Abständen von einander; selten trifft man einige, meist nur zwei solcher Zellen dicht neben einander, wobei runde Lücken von 0,005 mm Durchmesser bleiben. Diese Zellen sind 0,0075—0,021 mm lang, 0,007 bis 0,019 mm breit, 0,0058—0,007 mm dick; ihre Kerne sind ellipsoidisch, hell, mit deutlicher Kernmembran und 2—3 Kernkörperchen versehen. Die Kerne messen 0,0067 mm in der Länge, 0,0025 mm in der Dicke, die Kernkörperchen 0,007 mm. Dann folgen kleinere Zellen, unter denen rundlich-eckige, an die spongiöse Schicht angrenzende Zellen, deren Ausläufer sich in der letztgenannten Schicht verlieren, als Spongioblasten angesprochen werden. Sie sind 0,005—0,008 mm lang, 0,004 mm breit und haben je einen kugeligen Kern. Grössere (0,008 mm) mit rundlichen Kernen und mehr Protoplasma versehene Zellen ähneln kleinen multipolaren Ganglienzellen. Sie liegen zwischen den eigentlichen Körnern, die zwei oder meist drei radiär gestellte Ausläufer haben. Diese Körner sind rundlich, von 0,005—0,0058 mm Durchmesser; ihre Kerne sind ellipsoidisch, 0,0045 mm lang, 0,0033 mm breit, nach anderer Angabe [*49*] 0,004—0,006 mm lang und ebenso breit. Jedenfalls sind sie grösser, als die Körner der chorioidealwärts befind-

lichen Abteilung der Körnerschicht, deren Kerne nur 0,003 mm messen. — Dazu kommen radiale Stützfasern in Form von radiär gestellten, breiten platten, mit mehreren radiär verlaufenden Ausläufern versehenen Zellen; die Ausläufer reichen bis an die Membrana fenestrata (Taf. I. Fig. 7 *Mf*). Glaskörperwärts teilen sie sich und die Aeste setzen sich wenig verbreitert an die Membrana limitans (interna — Taf. I. Fig. 7 *r*). Die Kerne sind länglich-ellipsoidisch, 0,007 mm lang, 0,003 mm breit und ebenfalls radiär gestellt. Nach anderer Angabe [*6*] sind die radialen Stützfasern 0,002—0,003 mm dick [*6*] und setzen sich mit trompetenförmigen Verbreiterungen [*6*] an die Membrana limitans.

Spongiöse Schicht. Ihre netzförmige Beschaffenheit ist deutlich, ihre Schichtung aus ziemlich gleichbreiten, regelmässig alternierenden helleren und dunkleren Zonen oder Lagen, etwa 10—12 an der Zahl, sehr ausgesprochen (Taf. I. Fig. 6 *sp*). Sporadisch kommen pyramidenförmige Ganglienzellen von 0,0115 mm Länge auf 0,0075 mm Breite eingestreut in dieser Schicht vor. Denissenko [*6*] kennt nur die in anderer Gegend der Retina vorkommenden, der Glaskörperseite der spongiösen Schicht dicht adhärierenden Ganglienzellen und schreibt denselben 0,006—0,009 mm Durchmesser zu.

Ganglienzellenschicht. Die Zellen sind kugelig oder ellipsoidisch, gross und sehr deutlich, ihre Zellenkörper kugelig, sie bilden eine einfache Reihe auf dem Querschnitt der Retina (Taf. I. Fig. 7 *g*). Der Durchmesser der Ganglienzellen beträgt im Mittel 0,012 mm; die mehr kugeligen Zellen sind 0,011—0,014 mm gross, die ellipsoidischen 0,012—0,016 mm lang, 0,0075—0,012 mm breit, 0,008 mm dick. Ihre Kerne haben 0,004—0,0067 mm Durchmesser.

Opticusfaserschicht. Die Axencylinder sind relativ zu anderen Knochenfischen schmal, 0,0008—0,001 mm breit (beim Hecht, S. 55, dagegen bis 0,003 mm breit); die Anzahl ist im grössten Teil der Retina unbeträchtlich (Taf. I. Fig. 7 *op*).

Membrana limitans (interna). Sie ist dick und sehr deutlich (Taf. I. Fig. 7 *Ml*).

Blutgefässe. Sie treten, wie gesagt (S. 58), vom Glaskörper her in die Retina. Die A. hyaloidea spaltet sich in einen nasalen und einen temporalen Ast, die sich bald dichotomisch teilen; zwei kleinere schräg verlaufende Aeste entstehen bereits in der Sehnervenpapille. Die Venen

sammeln sich in vier Stämme, die annähernd rechtwinkelig in der Papille zur V. centralis retinae zusammentreten. Von den feineren Aesten gehen Capillargefässe ab, die rechtwinkelig zur Ebene der Retina in die letztere eintreten und wesentlich zwei Netze bilden. Das in der chorioidealwärts gelegenen kleinzelligen Abteilung der Körnerschicht befindliche bildet sehr verschieden grosse Maschen von 0,03 bis 0,6 bis 1,5 mm Durchmesser; sie verlaufen hauptsächlich in der Nähe der Membrana fenestrata, etwa um die Dicke eines Capillargefässes von derselben entfernt. Das glaskörperwärts, in der grosszelligen Abteilung der Körnerschicht gelegene Netz ist noch unregelmässiger, die Gefässe sind sparsamer, die Maschen grösser. Alle Gefässe der Netzhaut haben den Bau von Capillaren (W. Krause). Die Anzahl der vom Glaskörper her eintretenden wird auf höchstens 4800 geschätzt. Gezählt wurden auf einem Stückchen, welches $^1/_{80}$ der ganzen Retina betrug, 120 solcher Blutgefässe, indessen mochte dieser Wert um das doppelte und mehr zu hoch sein. — Alle diese Angaben sind H. Virchow [*52*] zu verdanken, auf dessen genaue Beschreibung hier verwiesen wird. — Zuweilen reichen die Capillaren bis auf 0,0025 mm Distanz an die Membrana fenestrata heran; sie sind 0,008 mm breit, während die radiär verlaufenden Blutgefässe im leeren Zustande 0,01, im blutgefüllten Zustande 0,036 mm Durchmesser besitzen; die Blutkörperchen sind an gefärbten Präparaten 0,0038 mm lang (W. Krause).

Anacanthini.

Gadidae.

29. Gadus morrhua u. aeglefinus.

Die Aussenglieder der Zwillingszapfen zerfallen beim Stockfisch und Schellfisch leicht in Plättchen nach 24stündiger Behandlung mit Sulfocyanammonium oder Sulfocyankalium [*50*].

Pleuronectidae.

30. Pleuronectes sp.

Die Zwillingszapfen sowie die einfachen Zapfen und die Stäbchen sind beträchtlich dünner, als bei Esox lucius, auch sind die Stäbchen zufolge der Untersuchung der frischen Retina relativ zu den Zapfen weit zahlreicher [*10*, S. 80. Taf. IV. Fig. 56].

31. Lota vulgaris.

Zufolge der Untersuchung der frischen Retina [*10*, S. 44] sind die Stäbchen dünn und kurz, ihre Anzahl im Vergleich zu den Zapfen bedeutender, als bei anderen Fischen, indem mehr als ein Stäbchen sich zwischen je zwei Zapfen befindet.

Acanthopteri.

Percoidae.

32. Perca fluviatilis.

Abbildungen s. *29*, Taf. I. Fig. 1. Fig. 3 *a—d*. Fig. 5 *c*. Fig. 8 u. 12 u. *33*, Taf. VIII. Fig. 7.

Die Pigmentzellen senden lange Fortsätze aus, welche zwischen die Aussenglieder eindringen. Sie führen teils bräunliche, seltener gelbliche oder farblose Körnchen. Erstere sind Melaninkrystalle.

Stäbchen- und Zapfenschicht. Ihre Dicke beträgt incl. des Pigment-Epithels 0,1—0,14 mm. Abbildungen der Stäbchen und Zapfen s. bei M. Schultze [*44*, Fig. 16].

Stäbchen. Die Stäbchen sind zufolge der Untersuchung der frischen Retina dünn [*10*, S. 43]. Die Zwillingszapfen werden von 24 Stäbchen im Kreise umgeben, die runden Stäbchen nur von etwa 18; diese Ziffern variieren jedoch. In jedem der beiden Innenglieder der Zwillingszapfen sah Hannover [*10*, S. 43] je ein stark lichtbrechendes gelbliches rundes Korn, welches jedoch H. Müller [*29*] nicht wiederfinden konnte.

Die Stäbchenfasern bildete M. Schultze [*42*, Taf. XI. Fig. 10 u. 11] nach Isolierung in 0,04—0,02procentigen Chromsäurelösungen ab.

Das Aussenglied ist cylindrisch, chorioidealwärts abgerundet, 0,04 bis 0,05 mm lang, 0,0026 mm dick. Das Innenglied enthält chorioidealwärts vom Aussenglied ein 0,002—0,004 mm langes Stäbchenellipsoid; das Innenglied selbst ist fadenförmig (Taf. II. Fig. 12 *sti*).

Zapfen. Sie sind kürzer, als die Stäbchen. Die Innenglieder der einfachen Zapfen sind schlanker als gewöhnlich bei anderen Knochenfischen. Glaskörperwärts erstreckt sich von dem Hauptteil des Zapfens eine Fortsetzung [H. Müller, *28*] oder *Fuss* des Innengliedes, die dünner ist als der Hauptteil. Seine Länge vergrössert sich beträchtlich, wie bei Abramis brama (S. 44), wenn der lebende Fisch im Dunkeln aufbewahrt wurde [*53*]. Die Masse oder der Körper des Innengliedes wird wesentlich von einem grossen Zapfenellipsoide eingenommen. Die Aussenglieder sind conisch, gewöhnlich kürzer als die Innenglieder, doch tragen manche noch eine sehr feine spitzzulaufende Verlängerung nach der Chorioidea hin. Die Dicke der Plättchen, in welche die Aussenglieder der Zwillingszapfen zerfallen, schwankt zwischen 0,00025—0,00051 bis 0,00067 mm [*44*, S. 232].

Die *Zwillingszapfen* sind häufiger als die einfachen Zapfen, jeder der letzteren wird von seinen Nachbaren, abgesehen von den Stäbchen, durch Zwillingszapfen getrennt. Die Innenglieder der beiden, den Zwillingszapfen constituierenden einfachen Zapfen sind im mittleren Teil ihrer Länge mit einander verschmolzen. Glaskörperwärts gehen sie in zwei parallele Zapfenfasern über.

Mit dieser von H. Müller herrührenden Beschreibung stimmt eine Abbildung W. Müller's [*33*, Taf. XIII. Fig. 7] nur sehr wenig überein. Danach würden, was die Zwillingszapfen betrifft, auf einem einfachen Zapfen mit einfachem Zapfenellipsoid, Fuss, einfachem Zapfenkorn und einfacher Zapfenfaser jedesmal zwei Aussenglieder sitzen. Indessen fehlt eine Darstellung im Text W. Müller's ganz und gar und die Abbildung sieht etwas schematisch aus. Zudem ist es klar, dass sich die beiden Zapfenfasern in der Profilansicht decken müssen. Vgl. auch Esox (S. 49).

Membrana reticularis. Sie ist undeutlich.

Stäbchenkörner und Zapfenkörner. Die Dicke der Schicht beträgt 0,04—0,06 mm; nach Denissenko [*4*] 0,042 mm.

Die *Stäbchenkörner* sind schlanker als die Zapfenkörner, 0,008 mm lang, 0,004 mm dick. Nach Denissenko [*4*, S. 415] haben die Stäbchen-

körner 0,009—0,012 mm Länge, 0,006—0,009 mm Breite. Sie liegen in mehrfachen Reihen übereinander und reichen bis an die Membrana fenestrata. Jedes Stäbchenkorn ist in eine Stäbchenfaser eingelagert, welche an der Membrana fenestrata mit einer kleinen kegelförmigen Anschwellung, dem *Stäbchenkegel*, endigt.

Die *Zapfenkörner* sind mehr rundlich; sie liegen unmittelbar an der Membrana reticularis. Jeder Zwillingszapfen hat zwei getrennte Zapfenkörner. Von diesen erstrecken sich chorioidealwärts die *Zapfenfasern*, welche weit stärker sind, als die Stäbchenfasern, und an der Membrana fenestrata in grössere kegelförmige *Zapfenkegel* übergehen.

Membrana fenestrata. Sie ist nicht näher untersucht worden.

Körnerschicht. Die Zellen (der Membrana perforata und) des Stratum lacunosum sind wenig ausgebildet. Eine von H. Müller abgebildete Zelle (l. c. Fig. 12) scheint dem letzteren anzugehören.

Die Dicke der Körnerschicht beträgt etwa 0,04 mm, nach Denissenko [*4*] 0,048 mm, die Körner haben 0,006—0,009 mm Länge, 0,006 mm Breite [*4*, S. 415]. Die meisten Körner sind rundlich-polygonal, wie es scheint mit mehreren Fortsätzen versehen. Namentlich die am meisten glaskörperwärts gelegene Schicht hat Aehnlichkeit mit Ganglienzellen.

Spongiöse Schicht. Sie kann (bei Fischen überhaupt) bis 0,1 mm dick sein und tangentiale Streifung zeigen. Im frischen Zustande ist sie sehr blass granuliert. Sie enthält radiale Stützfasern und ebenfalls radial verlaufende Protoplasmafortsätze von Ganglienzellen, ausserdem hier und da einen Kern oder eine Zelle [H. Müller, *28*].

Ganglienzellenschicht. Die Ganglienzellen liegen im Hintergrunde des Auges dichter gedrängt und sind daselbst zahlreicher. Sie sind multipolar; im frischen Zustand ist ihr Protoplasma fast homogen, später wird dasselbe granuliert. Der Kern ist gross, klar, mit Kernkörperchen versehen. Die Form der Zellenkörper ist rundlich-polygonal oder in mehrere Fortsätze ausgezogen, andere sind keulenförmig oder spindelförmig. Die Protoplasmafortsätze treten, 2—4 und noch mehr an Zahl, in radiärer Richtung in die spongiöse Schicht, manche sind ramificiert, andere unverästelt und varicös (Axencylinderfortsatz?).

Opticusfaserschicht. Die Sehnervenfasern strahlen von der Eintrittsstelle des N. opticus in den Bulbus nach allen Richtungen hin

aus. Nach der Peripherie hin nehmen sie an Zahl ab. Sie sind varicös, von sehr verschiedener Dicke, die stärksten anscheinend markhaltig. Sie endigen in den Ganglienzellen.

Radiale Stützfasern. Sie verlaufen radiär, sind 0,0005—0,002 mm breit, hier und da etwas rauh, indem die Substanz der reticulierten Schicht an ihnen klebt. In der Körnerschicht verbreitern sie sich und enthalten jede einen Kern, manchmal mit Kernkörperchen. In dieser Schicht teilen sie sich, die Ausläufer verlieren sich gegen die Membrana fenestrata hin; beim Zerzupfen haften manchmal mehrere Stäbchenkörner an diesen Ausläufern. Das Glaskörperende der Radialfasern ist kegelförmig, trompetenförmig, in der Profilansicht dreieckig und setzt sich an die Membrana limitans.

Membrana limitans (interna). Sie ist ein glashelles Häutchen, welches von den Ansätzen der radialen Stützfasern gebildet wird.

33. Acerina cernua.

Es kommen Albinos vor [*10*, S. 44].

Die Anordnung der Stäbchen und Zapfen ist zufolge der Untersuchung der frischen Retina [*10*. S. 44] wie bei Leuciscus rutilus (S. 43).

Die Dicke der Stäbchenkörnerschicht beträgt 0,06 mm, die Stäbchenkörner haben 0,003 mm Durchmesser [*4*, S. 415].

Die Dicke der Körnerschicht beträgt 0,084 mm; die Körner haben 0,003—0,009 mm Länge, 0,003—0,006 mm Breite [*4*, S. 415].

34. Lucioperca sandra.

Die Retina ist nur im frischen Zustande untersucht; die Stäbchen und Zwillingszapfen sind sehr zart [*10*, S. 44]. — Es kommen Albinos vor [*10*, S. 44].

Sparidae.

35. Pagellus centrodontus.

Gulliver [*8*] erwähnt eine mit freiem Auge sichtbare Fovea centralis, die auch bei anderen Sparidae vorhanden sein soll.

Litteraturverzeichnis.[1])

1. Bowman, Lectures on the parts concerned in the operations on the eye. p. 89. — 1852.
2. G. Denissenko, Schenk's Untersuchungen aus dem embryologischen Institut in Wien. Bd. II. S. 61. — 1880.
3. Denissenko, Archiv für mikroskopische Anatomie. Bd. XVIII. S. 480. Taf. XXII A. — 1882. — Die Angaben dieses Beobachters sind mit Vorsicht aufzunehmen, da er seiner eigenen Angabe nach nicht nur Karpfen- und Aal-Augen verwechselt hat, sondern ihm auch Fälschungen nachgewiesen sind [37, S. 310, Anm.] — von Confusionen in betreff fremder Zahlenangaben ganz zu schweigen.
4. G. Denissenko, Archiv für mikroskopische Anatomie. Bd. XIX. S. 415. — 1881.
5. G. Denissenko, Archiv für mikroskopische Anatomie. Bd. XIX. S. 401, 415 u. 440. — 1881.
6. G. Denissenko, Archiv für mikroskopische Anatomie. Bd. XXI S. 1. Taf. I. — 1882.
7. A. Dogiel, Archiv für mikroskopische Anatomie. Bd. XXII. S. 419. Taf. XXVII XXIX. — 1883.
8. Gulliver, Journal of anatomy and physiology. Vol. II. p. 12. — 1868.
9. A. Hannover, Archiv für Anatomie u. Physiologie. 1840. S. 330. — Recherches microscopiques sur le système nerveux. S. 44. — 1844.
10. A. Hannover, Recherches microscopiques sur le système nerveux. 4. p. 37—55. Avec VII pl. Copenhague. — 1844.
11. A. Hannover, La rétine de l'homme et des vertébrés. Avec VI pl. Copenhague. 4. — 1876.
12. Hulke, Royal London Ophthalmical Reports. Vol. IV. p. 243. — 1864.
13. W. Krause, Die Membrana fenestrata der Retina. Mit 2 Taf. — 1868.
14. W. Krause, Prager Vierteljahrsschrift für praktische Heilkunde. Bd. 116. S. 29 — 1872.
15. W. Krause, Allgemeine u. mikroskopische Anatomie. Hannover. — 1876.
16. W. Krause, Archiv für mikroskopische Anatomie. Bd. XII. S. 742. Taf. XXXIII. — 1876.
17. W. Krause, Archiv für mikroskopische Anatomie. Bd. XII. S. 744. — 1876.
18. W. Krause, Handbuch der menschlichen Anatomie. Bd. II. S. 363. — 1879.
19. W. Krause, Archiv für mikroskopische Anatomie. Bd. XIX. S. 309. Taf. XVII. — 1881.
20. W. Krause, diese Monatsschrift. Bd. I. S. 219. — 1884.
21. W. Kühne, Untersuchungen aus dem physiologischen Institut zu Heidelberg. Bd. III. Heft 3/4. S. 256—277. Taf. III. — 1880.
22. Kühne u. Lewall, Untersuchungen aus dem physiologischen Institut zu Heidelberg. Bd. III. S. 253. — 1880.
23. Langerhans, Untersuchungen über Petromyzon Planeri. S. 63. Taf. VII. — 1873.
24. Leunis, Synopsis der Zoologie. Hannover. S. 403. — 1860.
25. Leydig, Beiträge zur mikroskopischen Anatomie der Rochen und Haie. S. 9. Taf. I. Fig. 5. — 1852.

[1]) Im Text sind die Nrn. dieses Verzeichnisses *cursiv* gedruckt. Einige Werke, z. B. von Leydig, H. Müller u. s. w., sind doppelt aufgeführt, weil eine specielle Seitenzahl citiert worden ist.

26. Leydig, Anatomisch-histologische Untersuchungen über Fische und Reptilien. — 1853.
27. Leydig, Anatomisch-histologische Untersuchungen über Fische und Reptilien. S. 9. — 1853.
28. H. Müller, Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie. Bd. VIII. S. 1. — 1856.
29. H. Müller, Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie. Bd. VIII. S. 1. Taf. I u. II. Abgedruckt in H. Müller's gesammelte Schriften, herausgegeben von Becker. 1872. Bd. I. S. 52. Taf. I–III. — 1857.
30. H. Müller, Würzburger naturwissenschaftliche Zeitschrift. Bd. III. S. 10. — 1862.
31. H. Müller, Gesammelte Schriften zur Anatomie u. Physiologie des Auges. Bd. I. S. 64. — 1872.
32. Johannes Müller, Vergleichende Anatomie der Myxinoiden. Abhandlungen der k. Akademie der Wissenschaften zu Berlin vom Jahre 1838. 4. S. 25. — 1840.
33. W. Müller, Ueber die Stammesentwickelung des Sehorgans der Wirbelthiere. Beiträge zur Anatomie und Physiologie als Festgabe Carl Ludwig zum 14. October 1874 gewidmet von seinen Schülern. Fol. II. Heft. — 1875.
34. Nuhneley, Journal of Microscopical Science. Vol. VI. Taf. XI. Fig. 17. — 1858.
35. U. Pritchard, Philosophical Transactions of the royal society of London. Vol. II. — 1881.
36. Rathke, Bemerkungen über den inneren Bau der Pricke. Danzig. S. 77. — 1825.
37. Reich, Hofmann-Schwalbe's Jahresberichte der Anatomie u. Physiologie f. 1873. Bd. II. S. 228. — 1875.
38. G. Retzius, Biologische Untersuchungen. Jahrgang I. S. 92. Taf. XI. Fig. 1–6. 1881. — Jahrgang II. S. 97. — 1882.
39. Giuseppe Sacchi, Nuovi indagini relativa alla tessitura della nevroglia nulla retina dei vertebrati. Lo Sperimentale, Giugno. p. 621—643. Fig. 1—4. — 1884.
40. Salensky, Arbeiten der Naturforscher-Gesellschaft in Kasan. T. II. Bd. X. Heft 2. (Russisch). — 1880.
41. M. Schultze, Observationes de retinae structura penitiori. Fig. 6. — 1859.
42. M. Schultze, Archiv f. mikroskopische Anatomie. Bd. II. S. 200. Taf. XI. — 1866.
43. M. Schultze, Archiv f. mikroskopische Anatomie. 1867. Bd. III. S. 238. Taf. XIII. Fig. 17. — Vgl. W. Krause, Archiv f. mikroskopische Anatomie. 1876. Bd. XII. S. 743. u. 1881. Bd. XIX. S. 310.
44. M. Schultze, Archiv für mikroskopische Anatomie. Bd. III. Taf. XIII. S. 238. — 1867.
45. M. Schultze, Verhandlungen des naturhistorischen Vereins der preussischen Rheinlande und Westphalens. Bd. 28. — 1871.
46. M. Schultze, Sitzungsberichte der niederrheinischen Gesellschaft f. Natur- und Heilkunde. 2. December. — 1872.
47. M. Schultze, Stricker's Handbuch der Lehre von den Geweben. Bd. II. S. 1009. — 1872.
48. Schwalbe, Graefe u. Saemisch, Handbuch der Augenheilkunde. Bd. I. S. 394. Fig. 28—29. 1874. — Quain-Hoffmann's Lehrbuch der Anatomie des Menschen. Bd. II. Abth. 3. S. 108 u. 121. — 1883.
49. Steinlin, Archiv f. mikroskopische Anatomie. Bd. IV. S. 21. Taf. II. Fig. 13, — 1868.
50. Stirling, Journal of anatomy and physiology. Vol. XVII. T. II. p. 210. — 1883.
51. Vintschgau, Ricerche sulla struttura microscopica della Retina nell' Uomo, degli Animali vertebrati e dei cefalopodi. Sitzungsber. d. k. Akad. d. Wissensch. zu Wien. Bd. XI. S. 493. — 1853.

52. Hans Virchow, Gegenbaur's Morphologisches Jahrbuch. Bd. VII. S. 573. Taf. XXVII. — 1882.

53. Th. W. Engelmann, Ueber Bewegungen der Zapfen und Pigmentzellen. Archiv für d. gesammte Physiologie. Bd. 35. S. 498. — 1885.

54. J. Carrière, Die Sehorgane der Thiere, vergleichend-anatomisch dargestellt. S. 57, 66—67. Fig. 39, 45 u. 46. — 1885.

Erklärung der Tafeln.

Tafel I.

Fig. 1, 3 u. 6. Retina von Petromyzon fluviatilis. Das frische Auge in H. Müller'sche Flüssigkeit gelegt; gefroren, senkrechter Durchschnitt; Immersiônslinsen. — Nach W. Krause, Archiv f. mikroskopische Anatomie. Bd. XII. 1876. S. 742. Taf. XXXIII. Fig. 1—3.

Fig. 1. Glycerin. Vergr. 500. *P* Pigmentzellen. *a* Aussenglieder der Stäbchen, zum Teil in Pigment versteckt. *ste* Stächen-Ellipsoide. *ze* Zapfen-Ellipsoide. *Mr* Membrana reticularis. *stk* Stäbchenkörner. *zk* Zapfenkorn, welches drei Querlinien zeigt. *Mf* Membrana fenestrata. *Mp* Zellen der Membrana perforata. *f* Fasern des Stratum lacunosum. *str* Zellen desselben. *lac* Fasern desselben. *k* Körner. *op* Opticusfasern. *r* Radiale Stützfasern, durch die spongiöse Schicht verlaufend. *sp* Spongiöse Schicht. *g* Ganglienzellen. *Ml* Membrana limitans.

Fig. 2. Teil eines senkrechten Durchschnittes durch die Retina von Petromyzon marinus. Nach Sacchi, Lo sperimentale. 1884. p. 639. Fig. III[a]. *i* Die Innenglieder, Stäbchenkörner und Zapfenkörner. *Mf* Membrana fenestrata. *b* Basalzellen (s. den Text). *Mp* Zellen der Membrana perforata. *f* Fasern des Stratum lacunosum. *lac* Zellen des Stratum lacunosum (Ganglienzellen von M. Schultze und Langerhans). *k* Körner und radiale Stützfasern. *op* Opticusfasern. *sp* Spongiöse Schicht.

Fig. 3. Retina von Petromyzon fluviatilis, Methode wie in Fig. 1. Vergr. 800. Zellen der Membrana perforata. *1* Lücke.

Fig. 4. Querschnitt der Retina von Acipenser ruthenus. Von Dogiel in Kasan ganz frisch in H. Müller'sche Flüssigkeit gelegt, dann in Alkohol, Neutrales Karmin, Wasser, Alkohol, Chloroform, Paraffin mit Vaselin, Querschnitt, Benzol, Dammar. Vergr. 600. *st* Stäbchen-Aussenglieder. *z* Zapfen-Innenglieder. *Mr* Membrana reticularis. *Mf* Membrana fenestrata. *Mp* Membrana perforata. *lac* Stratum lacunosum. *k* (Innere) Körner. *rad* Kern der radialen Stützfasern. *sp* Spongiöse Schicht mit eingelagerten Ganglienzellen. *g* Ganglienzellen. *op* Drei Nervenfasern des N. opticus, schematisch nach einer Abbildung von Dogiel. *Ml* Membrana limitans (interna). *b* Kerne von Bindegewebszellen der Opticusfaserschicht.

Fig. 5. Stäbchen und Zapfen von Petromyzon Planeri. Vergr. 1200. *st* Stäbchen mit Stäbchenkern. *z* Zapfen mit Zapfenkorn u. s. w. — Nach Langerhans Untersuchungen über Petromyzon Planeri. 1873. Taf. VII. Fig. 5.

Fig. 6. Retina von Petromyzon fluviatilis. Stratum lacunosum von der Fläche. H. Müller'sche Flüssigkeit, Karmin, Wasser, Alkohol, Nelkenöl, Canadabalsam. Vergr. 500. *a* Lücken. *str* Kerne der Zellen (s. Fig. 1) der Membrana perforata. *lac* Fasern des Stratum lacunosum.

Fig. 7. Senkrechter Durchschnitt aus dem Hintergrunde der Retina eines mehr als meterlangen Aales. Der überlebende Bulbus war längere Zeit in H. Müller'scher Flüssigkeit, dann in absolutem Alkohol gehärtet. Glycerin. Vergr. 600. — Nach W. Krause, Archiv f. mikroskopische Anatomie. 1881. Bd. XIX. Taf. XVII. Fig. 1. *P* Pigmentschicht der Retina. *st* Aussenglieder der Stäbchen. *z* Aussenglieder der Zapfen. *ze* Zapfenellipsoide. *zk* Zapfenkörnerschicht. *sti* Stäbcheninnenglieder. *stk* Stäbchenkörnerschicht. *Mr* Membrana reticularis. *cc* Capillargefässe. *Mf* Membrana fenestrata. *k* Körnerschicht. *sp* Spongiöse Schicht. *g* Ganglienzellenschicht. *op* Opticusfaserschicht. *r* Ansätze der radialen Stützfasern. *ml* Membrana limitans.

Tafel II.

Fig. 1. Querschnitt der Retina von Esox lucius. Ganz frisch für einige Wochen in H. Müller'sche Flüssigkeit gelegt, Wasser, Alkohol, neutrales Karmin, Wasser, Alkohol, Chloroform, Paraffin mit Vaselin, Querschnitt, Benzol, Dammar. Vergr. 410. *P* Pigmentschicht der Retina. *Mv* Membrana reticularis (s. limitans externa). *zk* Zapfenkörner. *Mf* Membrana fenestrata mit zwei Zellenkernen. *Mp* Membrana perforata. *lac* Stratum lacunosum. *kk* (Innere) Körner. *rad* Drei radiale Stützfasern mit Kernen. *sp* Spongiöse (innere granulierte) Schicht. *g* Ganglienzellen. *op* Opticusfasern. *Ml* Membrana limitans (interna) mit dreieckigen Ansätzen der radialen Stützfasern.

Fig. 2. Aus der Retina des Hechtes, ganz frisch in 1procentige Ueberosmiumsäure gelegt, nach 8 Tagen in Wasser, Alkohol, Chloroform, Paraffin mit Vaselin, Flächenschnitt, Benzol, Dammar. Vergr. 500. Zellen des Stratum lacunosum in Flächenansicht.

Fig. 3. Membrana fenestrata aus der Retina des Hechtes. Das ganz frische Auge geöffnet in 1procentige Ueberosmiumsäure gelegt. Wasser, Alkohol, Chloroform, Paraffin mit Vaselin. Querschnitt mit Benzol und Dammar behandelt. Vergr. 500. *Mr* Membrana reticularis. *b* Kern einer Zelle der Membrana fenestrata. *zk* Zapfenkegel mit hellem Lumen, dunkelgefärbte feinkörnige Substanz, die Basis des Zapfenkegels ausfüllend. *zf* Zafenfaser.

Fig. 4. Membrana perforata auf dem Flächenschnitt der Retina des Hechtes. Der geöffnete Bulbus ganz frisch in H. Müller'sche Flüssigkeit gelegt, nach drei Wochen in Wasser, Alkohol, neutrale Karminlösung, Pikrinsäure, Alkohol, Nelkenöl, Paraffin mit Vaselin. Der Flächenschnitt wurde dann mit Benzol und Dammar behandelt. Vergr. 500.

Fig. 5. Aus der Retina des Hechtes, ganz frisch in H. Müller'sche Flüssigkeit drei Wochen lang eingelegt, Alkohol, Karmin, Pikrinsäure, Alkohol, Nelkenöl, Paraffin mit Vaselin. Senkrechter Durchschnitt mit Benzol und Dammar. Vergr. 500. *Mf* Zelle der Membrana fenestrata, schräg gesehen. *rf* Radiale Stützfasern, von ihren Flächen gesehen. *rk* Kern der radialen Stützfaser in Profilansicht. *sp* Spongiöse Schicht, deutlich netzförmig. *op* Opticus-

fasern. *K* Grosse Zelle der inneren Körnerschicht tripolar, der peripherische Ausläufer legt sich an die radiale Stützfaser. *g* Varicöse Faser, vielleicht ein Protoplasmafortsatz einer Ganglienzelle, welcher längs einer radialen Stützfaser verläuft.

Fig. 6. Aus der Retina des Hechtes ganz frisch in 1procentige Ueberosmiumsäure gelegt, nach 8 Tagen in Wasser, Säurefuchsin, Wasser, Alkohol, Chloroform, Paraffin mit Vaselin. Senkrechter Durchschnitt, Benzol, Dammar. Vergr. 500. Bipolare Zelle der Körnerschicht.

Fig. 7. Aus der Retina des Hechtes, ganz frisch in 1procentige Ueberosmiumsäure gelegt, nach 8 Tagen in Wasser, Alkohol, Chloroform, Paraffin mit Vaselin, Querschnitt, Benzol, Dammar. Vergr. 500. Grosse Zelle der Körnerschicht.

Fig. 8. Aus der Retina des Hechtes, ganz frisch in 1procentige Ueberosmiumsäure gelegt, nach 8 Tagen in Wasser, Alkohol, Chloroform, Paraffin mit Vaselin, Benzol, Dammar. Vergr. 500. Isolierte Zelle der Membrana perforata in Flächenansicht.

Fig. 9. Aus der Retina des Hechtes. Membrana fenestrata in Flächenansicht. Methode s. Fig. 2. Nach W. Krause, Internationale Monatsschr. 1884. Bd. I. H. 4. Taf. XI. Fig. 21.

Fig. 10. Aus der Retina des Hechtes, ganz frisch in 1procentige Ueberosmiumsäure gelegt, nach 8 Tagen in Wasser, Alkohol, Chloroform, Paraffin mit Vaselin, Flächenschnitt, Benzol, Dammar. Vergr. 500. Flächenpräparat der Opticusfaserschicht. Die dunkelrandige Nervenfaser enthält eine bipolare Ganglienzelle.

Fig. 11. Aus der Retina des Hechtes, ganz frisch in 1procentige Ueberosmiumsäure säure gelegt, nach 8 Tagen in Wasser, Alkohol, Chloroform mit Vaselin, Querschnitt, Benzol, Dammar. Vergr. 500. *zk* Geschwärzte Innenkegel der Zapfenfaserkegel in Profilansicht. *Mf* Membrana fenestrata. *Mp* Membrana perforata. *rad* Radiale Stützfasern, von der Fläche gesehen. *lac* Stratum lacunosum. *kf* Zellenkern der Membrana fenestrata. — Nach W. Krause, Internationale Monatsschr. 1884. Bd. I. H. 4. Taf. XI. Fig. 20.

Fig. 12. *St* Stäbchen, *Z* Zwillingszapfen aus der Retina von Perca fluviatilis. *zk* Zapfenkörner, von denen jedes in eine mit einem Zapfenkegel endigende Zapfenfaser übergeht. *zfk* Zapfenfaserkegel. *sti* Stäbcheninnenglied. *stk* Stäbchenkorn. Nach H. Müller, Zeitschr. f. wissensch. Zoolog. 1856. Bd. VIII. Taf. I. Fig. 3 u. Schwalbe, Graefe u. Saemisch, Handbuch d. Augenheilkunde, Bd. I. 1874. S. 415. Fig. 41.

Tafel III.

Retina von Hippocampus sp. nach Präparaten von Carrière (die Sehorgane der Thiere, vergleichend-anatomisch dargestellt. 1885. S. 57, Fig. 39 u. S. 66, Fig. 46), welche freundlichst zur Verfügung gestellt wurden.

Fig. 1. Senkrechter Schnitt durch die Mitte des Auges mit der Fovea centralis. Vergr. 5. *1* Cornea. *2* Linse. *3* Iris und Corpus ciliare. *4* Retina. *5* ausgefüllt durch die nichtgezeichneten Teile der Chorioidea, des Tapetum und der Lamina suprachorioidea. *6* Fovea centralis. *7* Zapfenkörner. *8* Stäbchenkörner. — Durchmesser des Auges 2,25 : 1,15 mm.

Fig. 2. Senkrechter Durchschnitt der Retina. Vergr. 45. *P* Pigmentzellen der Retina; nur die Körper sind gezeichnet, die Fortsätze weggelassen. *1* Stäbchen und Zapfen. *a* Aussenglieder. *i* Innenglieder. *2* Stäbchenkörner. *3* Zapfenkörner. *4* Membrana fenestrata (Basalplexus, Carrière). *5* Membrana perforata (Interstitielle Basalzellen). *6* Körnerschicht. *7* Lage grösserer Körner (Spongioblasten, W. Müller). *8* Spongiöse Schicht mit Radialfasern. *9* Ganglienzellenschicht. *10* Opticusfaserschicht. *11* Radiale Stützfasern. Dicke der Retina 0,235 mm; Dicke der Stäbchen- und Zapfenkörnerschicht 0,042 mm. Dicke der Stäbchen- und Zapfenkörnerschicht bis zur Membrana fenestrata 0,029 mm.

Charles Robin.

— Notice biographique. —

Le professeur Charles Robin a succombé le 6. octobr. dernier à une attaque d'apoplexie fondroyante, dans sa proprieté de Josseron (Ain) où il avait l'habitude de passer chaque année quelques semaines de vacances. Né le 4. juin 1821, il était à peine agé de 64 ans.

Il fit ses études médicales à Paris, fut nommé interne des hôpitaux en 1843, passa sa thèse de docteur en médecine en 1846, sa thèse de doctorat es-sciences en 1847 et fut nommé agrégé de la faculté de médecine aux concours de la même année. Quinze ans plus tard, il fut nommé professeur titulaire d'Histologie chaire nouvelle créée spécialement pour lui et qu'il occupa jusqu'à sa mort.

Durant cette carrière, longue de près de quarante ans, Ch. Robin a publié un grand nombre d'ouvrages, de mémoires et d'articles de journaux. Citons, parmi ses principales oeuvres:

Recherches sur un appareil qui se trouve chez les poissons du genre vaies et qui présente les caractères anatomiques des appareils electriques. Thèse de zoologie pour le doctorat es-sciences. 1847.
Des fermentations. Thèse d'agrégation. 1847.
Tableaux d'anatomie comprenant l'exposé de toutes les parties à étudier dans l'organisme de l'homme et dans celui des animaux. 1851.
Histoire naturelle des végétaux parasites qui croissent sur l'homme et les animaux vivants. 1853.
Traité de chimie anatomique etc. en colloboration avec Verdeil. 1853.
Mémoire sur les objets qui peuvent être conservés en préparations microscopiques transparentes et opaques. 1856.
Mémoire contenant la description anatomo-pathologique des diverses espèces de cataractes capsulaires et tenticulaires. 1859.
Mémoire sur les modifications de la muqueuse utérine pendant et après la grossesse. 1861.
Leçons sur les humeurs normales et morbides du corps de l'homme. 1867.

Mémoire sur l'évolution de la notocorde. 1868.
Anatomie microscopique des éléments anatomiques, des epithéliums. 1868.
Des tissus et des sécrétions. 1869.
Programme du cours d'Histologie. 1870.
Traité du microscope. 1871.
Rapport sur Millie Christine. Bulletin de l'Académie de médecine. 1872.
Dictionnaire de médecine de Nepteu, en colloboration avec Littré.
Anatomie et physiologie cellulaires etc. 1873.

Charles Robin fut, en outre, le fondateur du Journal de l'Anatomie et de la physiologie, qu'il dirigea seul pendant longtemps et qu'il a publié, depuis, en colloboration avec Pouchet.

Dans les dernières années de sa vie, le professeur Robin s'était lancé dans la carrière politique sans toutefois abandonner ces travaux scientifiques et son enseignement de la faculté. Deux fois, en 1875 et en 1885, les électeurs de l'Ain, son département d'origine, l'envoyèrent siéger au Sénat; il y vota constamment avec les diverses fractions républicaines de cette Assemblée.

L. T.

Referate

von

W. Krause.

Bubenik, Varietätenbeobachtungen aus dem Innsbrucker Seciersaale Aus den Berichten des naturwissensch. medic. Vereins. 1882/83. Mit 2 Täf. 43 S. in 8.

Der Inhalt der vorliegenden Arbeit betrifft 20 Fälle von Präparaten, die im Innsbrucker anatomischen Museum aufbewahrt sind; davon kommen auf die Knochen 3, die Muskeln 9, die Eingeweide 2 und die Blutgefässe 6 Fälle.

Knochen. Successive werden abgehandelt: ein Fall von ligamentöser Entwickelung des vorderen Abschnittes der linken *ersten Rippe* nebst Articulation des vorderen Endes derselben mit der zweiten Rippe. Zugleich ist ein M. scalenus minimus und ein Lig. pleurocostale linkerseits vorhanden. — Ein durch eine Knorpelplatte ergänzter Defect des untersten Abschnittes des *Corpus sterni* und Brustbein-insertion des achten Rippenpaares: es ist nämlich ein im untersten Abschnitt des Corpus sterni in der Norm dem Ansatz des sechsten und siebenten Rippenpaares entsprechender Ossificationspunkt nicht zur Entwickelung gekommen. Die Verbindung der achten Rippen mit dem Sternum kommt bei den anthropoiden Affen vor. — Ein teilweise zu weites weibliches *Becken* zeigte die queren und schrägen Durchmesser beträchtlich verlängert, namentlich betrugen die Querdurchmesser zwischen den Lineae arcuatae internae oss. ilium und zwischen den hinteren Rändern der Ossa ischii beide 167 statt in der Norm 135 mm. Die verticalen Maasse sind etwas vermindert, die sagittalen ziemlich normal; durch die Vergrösserung der frontalen Durchmesser aber überschreitet dieses Becken den weiblichen Geschlechtscharakter, der sich in grösserer Breite bei geringerer Tiefe ausdrückt, im Sinne des weiblichen Typus.

Muskeln. Partielle Insertion des rechten *M. supraspinatus* an der Sehne des M. pectoralis major und an der Spina tuberculi majoris des Humerus. Bekanntlich entbehrt der genannte Muskel fast ganz der Varietäten. — Es ist ein isoliertes Bündel des linken *M. subcapularis* vorhanden, unter welchem der N. axillaris hindurchtritt. — Der linke M. quadrigeminus brachii s. biceps hat fünf Köpfe: der dritte oder accessorische Kopf ist doppelt vorhanden, ausserdem ein fünfter vom lateralen Rande des Sulcus intertubercularis sehnig entspringender Kopf: M. brachioradialis accessorius, der sich mit dem Caput breve vereinigt. Fünf Köpfe sind bisher nur einmal, ein doppelter dritter Kopf noch gar nicht beobachtet. — Ein linker *M. brachioradialis accessorius* s. brachioradialis brevis minor geht teilweise in den sog.

Radialkopf des M. flexor digitorum sublimis über. — Ein rechter *M. extensor carpi radialis accesorius* ging fleischig in den M. abductor pollicis beiderseits über. — Ein linker *M. extensor digiti tertii proprius* scheint vom M. extensor pollicis longus sich abgespalten zu haben. Zugleich war ein musculöser Achselbogen: Bündel des M. latissimus dorsi vorhanden. — Linkerseits fanden sich einmal supernumeräre Lücken in den Insertionen der *Mm. adductores femoris brevis, longus* und *magnus*. Wie es scheint, sind ähnliche Sehnenbogen, welche Blutgefässe überbrücken, bereits von Clason [1]) beschrieben worden (Ref.). — Ein *M. extensor hallucis longus accessorius* hat sich vom linken M. tibialis anticus abgespalten.

Eingeweide. Linkerseits spaltet sich ein *M. thyreotrachealis profundus* von der vorderen Portion des M. cricothyreoideus ab, dessen sehnige Insertion die Medianlinie überkreuzend bis zum zweiten Luftröhrenknorpel hinabreicht.

Jederseits war einmal eine *Plica glosso-epiglottica lateralis accessoria* vorhanden, Sie entsteht durch eine in ihrem freien Rande verlaufende kleine Vene, welche ungefähr in der Mitte oder mehr lateralwärts zwischen der normalen Plica glosso-epiglottica lateralis und dem Frenulum epiglottidis verläuft.

Lungen. Beiderseits waren einmal accessorische Furchen und überzählige Lappen vorhanden.

Blutgefässe. Die *A. brachialis* sinistra bildet infolge des hohen Ursprunges einer A. radialis, mit welcher sie in der Plica cubiti anastomosiert, eine lange Insel am Oberarm. Die A. brachialis liegt dabei am Oberarm nach Ansicht des Ref. tiefer als die A. radialis und ist zugleich schwächer, als letztere. Bei einer Unterbindung würde die Varietät wahrscheinlich erhebliche Schwierigkeiten bereitet haben. — Rechterseits kam an einer anderen Leiche eine A. aberrans aus der *A. brachialis dextra* und mündete in die A. radialis, zugleich war eine A. mediana aus der A. ulnaris vorhanden.

An derselben Leiche teilte sich die *A. axillaris* sinistra am unteren Rande des Schultergelenkes in eine A. interossea communis, welche die eigentliche A. brachialis repräsentiert und in eine oberflächlicher, aber bedeckt von der Fascia brachii verlaufende, weit stärkere A. brachialis accessoria, die sich schon in der Mitte der Länge des Oberarmes in die Aa. radialis und ulnaris spaltet. Am Vorderarm wird von Strecken der Aa. interossea communis, brachialis, radialis, recurrens radialis (aus der A. brachialis), einem Muskelast zum M. extensor carpi radialis longus und einem aus der A. interossea communis am Vorderarm entspringenden *R. anastomoticus* eine Insel gebildet. — Ebenfalls wurden Inselbildungen beobachtet in einem Interstitium intermetacarpeum linkerseits und in der Vola manus ebenfalls linkerseits, wobei an der Bildung des Arcus volaris sublimis zugleich eine der A. ulnaris an Dicke gleichkommende A. mediana Anteil hat. — Die *A. pudenda interna* sinistra ist stärker entwickelt, sie bildet hauptsächlich einen kurzen medianen Stamm für beide Aa. profundae penis, dessen Vorhandensein von J. F Meckel für oft vorkommend, von Hyrtl (1873) aber für die Norm gehalten wurde. Beiderseits war eine in chirurgischer Hinsicht interessante Inselbildung im Stamm der A. pudenda interna selbst vorhanden.

Wie man sieht, sind die sämtlichen hier erwähnten Varietäten nicht nur nach ieser oder jener Richtung hin interessant — einige waren sogar noch niemals beobachtet — sondern auch sorgfältig untersucht und genau beschrieben. Somit stellt die Arbeit des Verf.'s eine sehr dankenswerte Bereicherung der Varietätenlitteratur

---

[1]) Upsala läkare färhandlingar. 1872. VII. S. 599.

dar. Für Nicht-Anatomen würde darauf hinzuweisen sein, dass die Terminologie bald diesem bald jenem Lehrbuch folgt, woraus für solche, die in der anatomischen Nomenclatur weniger bewandert sind, leicht Unklarheiten zu entstehen vermögen.

O. Hertwig, Die Entwickelung des mittleren Keimblattes der Wirbelthiere. Mit 9 Tafeln. Jena, G. Fischer. 1883. VI u. 127 S. in 8. — 8 Mk.

Bei Amphioxus werden durch Einfaltung des Entoblastes die Mesoblastbläschen erzeugt. Bei Amphibien dagegen wachsen vom Urmund, bei Amnioten von der Primitivrinne aus Ektoblastzellen in das Innere des Keimes hinein und tragen teils zur Vergrösserung des Chorda-Entoblastes, teils des Mesoblastes bei. Den vorliegenden scheinbaren Widerspruch löst der Verf. durch die Aufstellung, dass in dem einen Falle Entoblast und Mesoblast nach einander, in dem anderen mehr gleichmässig sich anlegen. Bei Amphioxus ist die Gastrulabildung beendet, ehe durch neue Einfaltung des Entoblastes die Binnenfläche eine compliciertere Gestaltung gewinnt, daher erhält der Beobachter den Eindruck, dass sich der Mesoblast aus dem Entoblast entwickelt. Bei den höheren Wirbeltieren dagegen entstehen die seitlichen Mesoblastmassen schon zu einer Zeit, wo die Gastrula-Einstülpung selbst noch nicht zum Abschluss gelangt ist, sie stammen wie der Entoblast auch von Zellen ab, welche am Blastoporus oder an der Primitivrinne von der Oberfläche in das Innere des Keimes hineingewachsen sind; daher leitet man in diesem Falle den Mesoblast vom Ektoblast ab. Auf beide Arten wird der Keim in seinem Inneren in compliciertere Räume abgeteilt und erfährt dadurch eine bedeutende Oberflächenvergrösserung. Das schön ausgestattete Werk bildet zugleich das V. Heft der Studien zur Blättertheorie von O. Hertwig u. R. Hertwig.

A. Goette. Ueber den Ursprung des Todes. Mit 18 Holzschnitten. Hamburg u. Leipzig, Voss. 1883. 81 S. in 8. — 2 Mk.

Das Leben wird definiert als die durch eine organisierte Verbindung verschiedener Teile bedingte einheitliche Arbeitsleistung der molecularen Kräfte einer Substanz. Das Ende dieses Lebens würde sonach den Tod darstellen; den Grund des letzteren sucht der Verf. zunächst bei Orthonectiden (S. 50), dann aber bei allen Polyplastiden darin, dass, soweit eine Fortpflanzung durch Keime besteht, der natürliche Tod unbedingt notwendig sei. Bei diesen nur aus Ectoderm und Entoderm, wie ein Gastrulaschlauch, geformten Tieren verwandelt sich beim Weibchen das ganze Entoderm in Eier, diese treten aus und der Tod ist die unvermeidliche Folge der Fortpflanzung. In den bekannten Fällen der Eintagsfliegen u. s. w. resultiert ebenfalls der Tod aus den durch die Fortpflanzung bedingten Störungen des Gesamtlebens. Als weitere analoge Beispiele sind anzuführen gewisse Seescheiden, Hydromedusen, Männchen der Rotiferen, der Blattfüssler unter den Krebsen, unter den Würmern namentlich verschiedene Ascariden, Rhabditis nigrovenosa, Saugwürmer; auch die reifen Bandwurmglieder werden häufig durch die Eieransammlung zerstört und man darf annehmen, dass bei ungegliederten Bandwürmern das ganze Muttertier anstatt des letzten, ältesten Gliedes dem tödlichen Einfluss der Fortpflanzung erliege. Bei

den jungfräulichen Arbeiterinnen der Bienen tritt die sonst als Todesursache angesehene Involution als vererbte Folgeerscheinung der Fortpflanzung ihrer Vorfahren auf. Das Alter ist nur eine auf gewisse Organismen beschränkte sichtbare Einleitung des natürlichen Todes, nicht sein allgemeiner Grund.

Bei aller Anerkennung der geistreichen Deductionen des Verfassers lässt sich doch nicht verkennen, dass die bisherige Anschauung ihrerseits davon wenig berührt wird. Den „Tod" einer alten Taschenuhr erklärt man als natürliche Folge kleiner sich summierender Störungen, Abschleifungen des Metalles etc., wobei chemische Processe noch gar nicht in Frage kommen. Da ist es doch nicht wunderbar, dass aus Eiweissmolecülen construierte Zellen ebenfalls gleichsam verrosten, dass sie nicht auf die Dauer allen schädlichen Einflüssen zu widerstehen vermögen. Auch ist nicht nur der Tod des Organismus zu untersuchen, sondern vielmehr der Tod seiner einzelnen Zellen, deren Lebensdauer eine kürzere oder längere, jedenfalls aber eine begrenzte ist. Im Anschluss hieran liesse sich sagen, dass die Karyomitose der Zelle einem Fortpflanzungsprocess entspricht und mit dem Tode der Mutterzelle resp. ihrer Teilung in Tochterzellen dem Princip nach unvermeidlich verbunden sei, wenn es auch Ausnahmen giebt, in welchen jener Process nicht bis zu Ende abläuft und der Kernteilung keine Zellenteilung folgt: dann entstehen ausnahmsweise mehrkernige Zellen.

J. Stirling, A simple method of demonstrating the nerves of the epiglottis. — Journal of anatomy and physiology. 1883. Vol. 17. T. II. S. 203.

Stirling setzte die Hinterfläche der Epiglottis einige Minuten lang, aber nicht länger, den Dämpfen einer 1procentigen Ueberosmiumsäure-Lösung aus und erhielt die bekannten (Ref., Allgemeine Anatomie. 1876. S. 197. — Lindemann, Zeitschr. f. ration. Medicin. 1868. Bd. 34. S. 148. Taf. VII) einzeln verlaufenden, sehr zahlreichen, doppelt contourierten Nervenfasern geschwärzt. Einige der letzteren endigen in Endkolben (*tact-bulbs*), andere verlieren sich zwischen den acinösen Drüsen, was wohl nur auf Ueberlagerung beruht (Ref.). Die Geschmacksknospen, die daselbst vorkommen (Ref. l. c., Nachträge zur allg. Anat. 1881. S. 70), scheinen dem Verf. unbekannt geblieben zu sein; dagegen werden die ebenfalls längst bekannten (Ref. l. c.) Ganglienzellengruppen an diesen Nerven erwähnt. Untersucht wurden Kaninchen, Ratte, Katze, Hund, Schaf, Rind. Die Demonstration gelingt sehr leicht und sicher.

Schenk, Mitteilungen aus dem embryologischen Institute der k. k. Universität Wien. II. Bd. 3. Heft. Wien, Braumüller. 1883. 79 S. in 8. Mit 5 Taf. — 4 Mk.

Dieses Heft enthält Abhandlungen von Grefberg, die Haut und deren Drüsen in ihrer Entwickelung; Brooke, Beitrag zur Lehre über die Genese der Horngebilde; Soboleff, Die Verletzung des Amnion während der Bebrütung; Philip, Beiträge zur Lehre über die Entwickelung der Trachea; London, Die Elemente des Darmdrüsenblattes in ihren ersten Veränderungen; Stockman, Die äussere Eikapsel der Forelle,

und F. da Cunha e Sousa, Zur Lehre der Musculatur des Augenlides des Menschen. Nur über die letztere Arbeit (S. 201—205) soll hier berichtet werden.

Am querlaufenden Stratum ciliare des M. orbicularis palpebrarum s. M. ciliaris s. Riolani kommen bald nur in Form einzelner Fasern, bald in kleineren Bündeln, deren Dicke der Länge der Ausführungsgänge der Meibom'schen Drüsen, soweit solche von Acini frei sind, ungefähr entspricht. Diese vertical resp. sagittal verlaufenden Fasern hängen einerseits mit der Tarsalplatte des Lides zusammen, finden sich vorwiegend in der medialen Hälfte der letzteren und gehen daselbst in die transversalen Fasern des M. ciliaris über. Von der Musculatur der Thränenröhrchen sind sie nicht abzuleiten; sie gelangen nicht bis zwischen die Läppchen der Meibom'schen Drüsen. In Function scheinen sie bei dem festeren Verschlusse der Augenlider zu treten, indem sie die äusseren Kanten des oberen und unteren Lides an einander pressen sollen.

Eher möchte man das Umgekehrte erwarten (Ref.), wenn die sagittalen Bündel für sich allein wirkten, was wahrscheinlich niemals der Fall sein wird. Sie gehören vermutlich zu dem von Moll (Archiv f. Ophthalm. 1857. Bd. III. Abt. 2. S. 258) sogenannten M. subtarsalis.

D. Heitzmann, Spiegelbilder der gesunden und kranken Vaginalportion der Vagina. I. Abt. Mit VIII chromolithographierten Tafeln und 14 Holzschnitten. Wien, Braumüller. 1883. IV u. 100 S. in 8. — 9 Mk.

Das Buch ist für Gynaekologen bestimmt, enthält indessen (auf S. 1—29) eine Uebersicht der normalen Anatomie der Vagina. Aus diesem Abschnitt ist hier zu erwähnen, dass der Verf. nach eigenen Untersuchungen (S. 11) sowohl die vom Ref. zuerst (1860) beim Schwein beschriebenen Lymphfollikel der Vagina, als die ebenfalls vom Ref. (Handbuch der menschlichen Anatomie. Bd. I. 1876. S. 290) erwähnten acinösen Drüsen der menschlichen Vagina bestätigt, freilich ohne dass der Verf. von den Angaben des Ref. Kenntnis genommen hätte.

Druck von Leopold & Bär in Leipzig.

De l'influence
sur le système nerveux, des conditions mécaniques qui sont faites à l'activité musculaire

par le

Dr. P. Lesshaft,
Professeur d'Anatomie à St. Pétersbourg.

Dans un travail publié l'an dernier, nous avons montré que la force active des muscles s'exprime dans le membre supérieur d'une façon différente que dans le membre inférieur [1]). Voici quelles sont les conclusions que nous avons posées dans ce dernier travail:

1. La force active d'un muscle est d'autant plus grande que sa section physiologique relative est plus considérable et que ses surfaces d'insertion (point d'appui et application des forces) sont plus étendues; elle dépend également des rapports des muscles avec le levier qu'ils font mouvoir.
2. Un muscle détermine des mouvements d'autant plus précis et d'autant plus agiles que ses surfaces d'insertion sont plus réduites et que le point d'application de ses forces est plus rapproché du point d'appui du levier sur lequel il agit. Dans les conditions inverses, il exprimera une force plus considérable.
3. Les muscles se fatiguent d'autant plus rapidement, que leur section physiologique absolue est plus considérable et que leurs surfaces d'insertion sont, au contraire, plus réduites. La réciproque est vraie, également.

---

[1]) Des divers types musculaires et de la façon différente dont s'exprime la force active des muscles. Mem. de l'Académie Impériale des sciences de St. Pétersbourg. III. série, T. XXXII. No. 12. 1884.

4. L'action des muscles du membre supérieur repose principalement sur la valeur de leur section physiologique relative, les surfaces d'insertion de ces muscles n'étant que réduites. Voilà pourquoi ils se fatiguent plus rapidement que ceux du membre inférieur.
5. L'action des muscles du membre inférieur repose principalement sur l'étendue de leur surfaces d'insertion, leur section physiologique n'étant que peu considérable. Voilà pourquoi, ils ne se fatiguent pas aussi rapidement que ceux du membre supérieur.
6. La fonction d'un muscle dépend de l'angle qu'il forme avec l'axe autour de laquelle se produit le mouvement qu'il détermine et de ses rapports avec le levier sur lequel il agit.
7. Les caractères des muscles appartenant aux deux types que nous venons de décrire sont surtout accentués dans les muscles des yeux et de la face qui donnent lieu à des mouvements dont la précision est tout-à-fait remarquable: Comme muscle pouvant exprimer une force surtout considérable, nous citerons les muscles qui étendent le tronc, le pied et la cuisse, surtout lorsque le point d'appui est transporté en bas.

Dans le travail auquel nous venons de faire allusion, nous avons montré que les muscles expriment une force d'autant plus grande que leurs surfaces d'insertion sont plus étendues et que les fibres qui les composent sont souvent plus courtes, leur diamètre physiologique étant relativement réduit. Ces muscles agissent avec une tension moindre, de sorte que leur usure est moins rapide. Les muscles du membre inférieur et du tronc appartiennent à ce premier type. Nous avons décrit ensuite un second type de muscles à fibres relativement plus longues, dont le diamètre physiologique est relativement plus considérable mais dont les surfaces d'insertion sont peu étendues. Ces derniers muscles agissent avec une tension relativement plus grande. Comme dans un groupe musculaire ainsi formé, la contraction peut être limitée à un seul muscle ou même à quelques fibres isolées de ce muscle, les mouvements auxquels ces muscles donnent lieu offrent des nuances plus variées. Il s'en suit, que ces mouvements sont plus rapides et s'adaptent mieux aux obstacles qui sont à vaincre. De plus, leurs fibres étant plus longues, les mouvements auxquels ils donnent lieu se font par l'entremise du long bras du levier et l'arc de cercle décrit par le membre, est rela-

tivement considérable. Ce qui est perdu en force est ainsi, regagné en vitesse et en habileté.

En revanche, ces muscles se fatiguent plus vite que les autres, parce que le travail qu'ils font, est reparti sur un nombre plus petit de muscles ou de fibres musculaires. On trouve des muscles de ce genre sur le globe oculaire, la face et le membre supérieur.

En supposant qu'il en soit ainsi, le nombre des faisceaux nerveux, pris par rapport aux fibres musculaires, doit être moindre, dans les muscles qui prennent par leur volume, et qui travaillent, sous une tension relativement réduite. Le calibre des vaisseaux affèrents et l'èpaisseur des parois de ces vaisseaux doivent, en même temps être relativement, plus petits. Quant aux muscles appartenant au second type, ils devront présenter des caractères diamétralement opposés, tels que: un rapport inverse dans le nombre des fibres musculaires et nerveuses, un calibre et une épaisseur relativement plus grands des vaisseaux afférents. Ce dernier caractère permet au sang de circuler sous une pression plus forte, de sorte que l'usure rapide, due à une tension musculaire extrême, peut être réparée en temps utile.

Les recherches du Dr. Warawin [1]) sont venues confirmer en tous points nos conclusions No. 1 et No. 2. De nature purement anatomique, ces recherches ont été faites, successivement, sur le membre supérieur et sur le membre inférieur de 10 cadavres et, voici comment: le Dr. Warawin commence par mesurer exactement les deux surfaces d'insertion de chacun des muscles d'un membre, puis il mesure le volume de ces muscles, ainsi que la longueur de leurs fibres musculaires. Ceci fait, il determinait la section physiologique de chacun de ces muscles. Le Dr. Warawin a démontré de cette façon, que les muscles du membre inférieur ont des surfaces d'insertion plus étendues que celles des muscles correspondants du membre supérieur; ceci demeure exact lorsque ces muscles prennent leur point d'appui en bas, comme lorsqu'ils le prennent en haut (p. 86). A près être venu confirmer ainsi nos conclusions No. 1, No. 2 et No. 3, le Dr. W. passe à nos conclusions No. 4 et No. 5: il fait voir que l'action des muscles

---

[1]) Contribution à l'étude de la façon différente dont s'exprime la force des muscles dans le membre supérieur et dans le membre inférieur du corps de l'homme. Thèse. St. Pétersbourg. 1882.

du membre supérieur repose, principalement, sur la valeur de leur section physiologique, tandis que celle des muscles du membre inférieur repose, principalement, sur l'étendue de leurs surfaces d'insertion.

Les recherches du Dr. J. Tzourane [1]) sont venues confirmer celles du Dr. Warawin et les nôtres; de plus, ces recherches s'accordent, en partie, du moins, notre 6. conclusion. Elles font voir, en effet, que l'action des muscles dépend, surtout, de leur rapport avec les axes du mouvement des articulations correspondantes. Les pesées, faites par le Dr. Tzourane, ont montré, que dans le membre inférieur, le poids des muscles et des tendons réunis, comparé à celui des os et des ligaments pris ensemble, se rapporte comme 1000 à 519,85. Celui des muscles sans les tendons pris par rapport aux mêmes parties est de 1000 à 531,6. Dans le membre supérieur, le premier rapport est de 1000 à 327,73 et le second de 1000 à 330,8.

Ces chiffres font voir que dans le mémbre supérieur le poids des muscles pris par rapport aux parties solides, dépasse le même rapport, pris dans le membre inférieur. Ici, il y a prédominance relative des parties solides.

L'action des membres est surtout puissante dans les mouvements de flexion et d'extension et ce sont ces derniers mouvements qui l'emportent sur les autres en puissance, dans le membre inférieur. D'après Weber [2]), le poids des extenseurs de la cuisse se rapporte au poids des fléchisseurs du même membre comme 2913,75 : 1320,85; ou bien, comme 11 : 5 = 1 : 0,574. D'après le Dr. Tzourane, le même rapport est de 3293,88 : 1803,28 ou de 2 : 1. Des recherches analogues, relativement au membre supérieur, n'ont été faites que par le Dr. Tzourane et, suivant cet auteur, le rapport des extenseurs et des fléchisseurs est de 796,3 : 829,25, ou de 1 : 1,042. On voit qu'ici, les fléchisseurs sont plus puissants que les extenseurs.

D'autres mouvements encore, peuvent avoir lieu dans les articulations des membres, ce sont: l'abduction, l'adduction et la rotation en dehors et en dedans. Les mouvements d'abduction et d'adduction sont

[1]) Des rapports entre eux, des muscles antagonistes dans les extrémités du corps humain. Thèse St. Pétersbourg. 1882.

[2]) Die Mechanik der Gehwerkzeuge. Göttingen 1836. p. 218.

déterminés par les extenseurs et les fléchisseurs, la resultante de ces muscles s'étant déplacée. Quant à la rotation en dehors et en dedans, elle est produite par des groupes spéciaux de muscles. L'existence de pareils groupes supplémentaires de muscles, permet aux mouvements d'offrir des nuances plus variées et des mouvements qui servent de transition, entre les divers mouvements principaux, deviennent ainsi possibles. Nous pouvons dire, en règle générale, que plus les groupes musculaires sont nombreux dans un membre et plus les mouvements deviennent précis et habiles. D'après le Dr. Tzourane, le poids des extenseurs du membre inférieur se rapporte au poids des muscles, en général, comme 3293,88 : 5274,26, ou bien comme 3 : 5 (d'après Weber le même rapport est de 3166,7 : 5728,9 = 5 : 9). Quant au poids des rotateurs, il se rapport au poids de tous les muscles du membre inférieur, comme 177,10 : 5274,26 = 1 : 29,78; donc, les rotateurs forment sur ce membre 1/30 du poids de tous les muscles de l'extrémité inférieure. D'après les pesées faites par le Dr. Tzourane, sur 10 membres supérieurs appartenant à 10 cadavres différents et qui sont les seules qui existent (Weber n'a fait des pesées analogues que sur deux membres inférieurs), le poids des rotateurs de ce membre se rapporte au poids des autres muscles de ce membre, comme 427,57 : 2053,86, c'est à dire, comme 1 ; 4,8. Ces muscles forment donc le 1/6 environ, du poids des autres muscles de cette extrèmité. Il s'en suit, que le volume (en poids) des rotateurs est 5 fois plus grand dans le membre supérieur, que dans le membre inférieur, circonstance qui explique pourquoi le membre supérieur est, au moins, autant de fois plus habile que le membre inférieur.

Les mensurations faites sur le calibre des artères, montrent que le diamêtre de la sous-clavière mesure 8 mm et que tel est aussi le diamêtre de l'iliaque externe; or, le poids du membre supérieur se rapporte, en moyenne, à celui du membre inférieur comme 9 à 20. Les recherches faites par les Dr. Niniforoff [1]) et Poletica ont élucidé cette question. On peut en dire autant, relativement à l'épaisseur relative des parois artérielles: d'après Donders et Jansen [2]), les parois

[1]) Des rapports du calibre des artéres avec le poids et le volume des divers organes et des diverses parties du corps. St. Pétersbourg. 1883. p. 42.

[2]) Nederlandsch Lancet, 2. série, II, 476. Henle, Handbuch der Anatomie. Gefässlehre, 1876, p. 73.

de la sous-clavière mesurent 0,58 (tunique moyenne = 0,38), tandis que celles de l'iliaque externe, mesurent 0,62 (tunique moyenne = 0,34 mm).

Les recherches faites par le Dr. Poletica [1]) ont montré que:

	A. carotis dextra	A. carotis sinistra	A. subclav. dextra	A. subclav. sinistra	A. iliaca dextra	A. iliaca sinistra
Rapport de la circonférence avec 100 en poids de l'extrémité correspondante	1,250	1,250	1,076	1,076	0,380	0,380
	1,167	1,182	1,151	1,104	0,427	0,421
	1,078	1,067	0,567	0,585	0,257	0,270
Rapport de l'épaisseur des parois artérielles avec 100 en poids de l'extrémité correspondante	0,052	0,052	0,032	0,032	0,014	0,014
	0,045	0,037	0,037	0,033	0,017	0,015
	0,046	0,049	0,016	0,014	0,007	0,008

On a fait peu de recherches encore, sur le rapport qui existe entre le volume des tubes nerveux et celui des muscles, ainsi que sur le rapport qui existe entre le nombre des fibres nerveuses et celui des fibres musculaires primitives. Henle [2]) a montré que d'après les recherches de Merkel et de Tergast ce rapport oscille dans les muscles des yeux entre 1 : 2 et 1 : 6; dans les muscles des membres, au contraire, ce même rapport oscille entre 1 : 30 et 1 : 80. Voici maintenant quels sont les resultats obtenus par le Dr. Woichwillo [3]): dans les muscles des yeux le rapport des fibres nerveuses avec les fibres musculaires oscille entre 1 : 14,9 et 1 : 18,9. Les fibres du n. cubital se rapportent aux fibres des muscles, dans lesquels elles se distribuent, comme 1 : 235,9 et celles du n. obturateur à celles des muscles qu'il anime, comme 1 : 315,3. On voit, que les muscles des yeux reçoivent 12,4 à 15,8 fois plus de tubes nerveux que ceux des muscles du membre supérieur qui sont animès par le nerf cubital et

---

[1]) Contribution à l'étude de l'élasticité des parois artérielles. St. Pét. 1884. p. 31.

[2]) Handbuch der Anatomie. Nervenlehre. 1871. S. 337.

[3]) Contribution à l'étude des rapports qui existent entre le calibre des nerfs et la peau et les muscles du corps de l'homme. St. Péttersbourg. 1883. p. 52 et 53.

19,8 à 25,1 fois plus de filets que les muscles du membre inférieur, innervés par le n. obturateur. Dans le membre inférieur, le tibial postérieur envoie des rameaux aux muscles profonds de la région jambière postérieure (rapport = 1 : 428,8) et le triceps crural en reçoit dans la proportion de 1 : 2273. Il en resulte que les muscles des yeux reçoivent 22,6 à 28,7 fois plus de tubes nerveux que les muscles profonds de la jambe et 152,2 fois plus que les extenseurs (fléchisseurs) du pied.

Toutes ces recherches réunies font voir de plus en plus combien il est important de déterminer l'étendue des surfaces d'insertion d'un muscle lorsqu'on veut faire l'analyse exacte de l'action de ce muscle. Ajoutons, que cette détermination a de l'importance dans l'étude du système nerveux également, comme il est facile d'en donner la preuve. Le cubital antérieur part, comme on le sait, non seulement de la portion inférieure de l'humérus et du cubitus, mais aussi d'un tendon aponévrotique situé entre ce muscle et le fléchisseur superficiel des doigts.

Il est facile de s'assurer que, de ce tendon qui part de l'èpitrochlée partent également les fibres du long palmaire et du fléchisseur superficiel des doigts. Ce dernier muscle prend son insertion sur un tendon qui lui est commun avec le rond pronateur. Si on admet que ces tendons aponévrotiques peuvent être considérés, comme une continuation flexible des os, les surfaces d'insertion des muscles se trouvent par là même augmentées. Le point d'appui du cubital antérieur, par exemple, mesure, d'après le Dr. Warawin, 12,60 ccm carrés; celui du fléchisseur sublime, 17,26 ccm et celui du rond pronateur, 20,12 ccm etc. Lorsque le cubital antérieur se contracte, il tire, de son côté le tendon aponévrotique, en question, qui est tendu, en conséquence; mais, comme d'autres muscles partent du même tendon (long palmaire, et fléchisseur sublime), ces derniers sont tendus, à leur tour, ce qui les irrite et détermine leur contraction. Celle-ci sera d'autant plus énergique que l'irritation, elle-même, sera plus intense. On compendra, aisément, que la contraction de ces muscles, devenus en quelque sorte, accessoires, contribue à rendre plus solide le point d'appui du cubital antérieur, ce qui rendra l'action de ce dernier muscle plus énergique. Nous connaissons si bien la sensation que produit la contraction desdits

muscles accessoires et nous sommes si bien habitués à travailler, dans de pareilles conditions, que le moindre trouble, que subit cet agencement, produit un affaiblissement de l'action musculaire. Cet affaiblissement sera d'autant plus intense, que la modification survenue dans l'agencement, que nous venons de voir, aura été plus rapide, ce qui peut être du à une cause traumatique, ou à un processus inflammatoire aigu. Nous trouvons un rapport analogue entre le cubital antérieur et le long palmaire, d'un côtè, et le fléchisseur sublime, de l'autre. Nous pouvons en dire, autant, des deux derniers muscles, pris par opposition, au rond pronateur. En resumé, on ne saurait avoir une conception exacte de l'action des muscles, si on ne s'attache pas à approfondir les rapports de ce genre qu'ils peuvent avoir entre eux.

Une analyse de ce genre est nécessaire, également, si on veut se rendre compte des fonctions de chaque tronc nerveux, en particulier. La section du n. cubital, par exemple, a pour conséquence immédiate la paralysie du cubital antérieur, paralysie, qui amène un affaiblissement dans la flexion des deuxièmes phalanges des doigts. L'aponévrose palmaire étant moins tendue, en pareil cas, une compression des vaisseaux qui composent les arcades palmaires peut en être la conséquence. Comme, d'autre part, le rond pronateur vient se fixer sur le tendon aponévrotique commun des muscles épitrochléens, l'action de ces derniers muscles est affaiblie, elle aussi. En resumé, la paralysie du n. cubital a comme conséquence indirecte une flexion moins énergique de la main et des doigts, une tension moindre de l'aponévrose palmaire et un affaiblissement des mouvements de pronation.

Les phénomènes consécutifs à une paralysie du n. cubital offrent des caractères distinctifs très tranchés, selon que cette paralysie est la conséquence d'une cause traumatique survenu rapidement, ou d'une affection qui s'est développée peu à peu. Dans le premier cas, ces phénomènes peuvent disparaître aussi promptement qu'ils se sont développés et cela, sans qu'on ait le droit de supposer une guérison de la paralysie, elle-même. Il est arrivé, tout-simplement, que le malade a trouvé moyen de s'adapter aux conditions nouvelles, créées par ce défaut d'activité d'un groupe de muscles ou d'un muscle. Voici, maintenant les phénomènes consécutifs à une section du n. cubital: les mouvements de flexion et d'adduction de la main sont abolis; le petit

doigt a cessé d'être opposable au pouce; le creux palmaire s'est accentué; de plus, il y a un certain gène dans les mouvements de tous les doigts à l'exception du pouce. En effet, la flexion des 1. phalanges sur le métacarpe, ainsi que l'extension des deux dernières phalanges sur les premières est de beaucoup diminuée. La pronation, enfin, est rendue difficile; de plus, les doigts s'engourdissent facilement, lorsqu'ils viennent s'appuyer sur la paume de la main. On voit, que faute de tenir compte des conditions toutes mécaniques dont nous avons parlé plus haut, on pourrait supposer ici une paralysie du n. médian. En d'autres termes, on ne saurait poser un diagnostic précis dans les paralysies des différents nerfs, à moins d'avoir présentes à l'esprit, ses dernières conditions, ainsi que les rapports des muscles avec les nerfs.

Dans une paralysie du n. médian, les mouvements du pouce sont abolis, de même que la flexion des deux dernières phalanges dans tous les autres doigts, le 4e et le 5e, surtout. Quant aux mouvements d'adduction et d'abduction, ils sont intacts dans ces mêmes quatre doigts (le 4e et le 5e, surtout).

Comme nous l'avons déjà dit plus haut, certains mouvements de la main et des doigts peuvent se rétablir promptement, après que le n. cubital a été paralysé. Tels sont surtout, la pronation et la flexion de la main sur l'avant-bras. Cette dernière ne peut plus se faire que par l'entremise du fléchisseur sublime. Notons, cependant, que le point d'appui offert à ce muscle, etant devenu moins solide, son action aura perdu en énergie. La fatigue surviendra plus rapidement, elle aussi. Dans certains cas, la flexion des 1res phalanges et l'extension des deux dernières pourront même se rétablir dans l'indicateur et le médius. Ces mouvements sont dus, probablement, à l'action des lombricaux, qui devront nécessairement travailler avec une tension plus forte que de coutume, en pareil cas. Nous avons eu l'occasion d'observer un fait de ce genre, chez une jeune femme qui était tombée malade, parceque, veillant son nouveau-né, elle s'était endormie, la tête appuyée sur la main et l'avant-bras fléchi sur le bras. On avait supposé ici, d'abord une paralysie du n. médian et du n. cubital, mais un examen plus approfondi fit voir que ce dernier seul était malade. En effet, on vit bientôt apparaître une amélioration: celle-ci provenait de ce que la

malade avait su s'adapter aux conditions nouvelles, dans lesquelles elle se trouvait placée. Un pareil état de choses dura un mois tout entier.

Il arrive que la pronation peut ce faire dans une paralysie du n. médian, d'origine traumatique, mais ce ne peut ètre (dans la paralysie complète, du moins), que lorsque le membre entier se trouve dans l'extension. Le point d'appui nécessaire est fourni, en pareil cas, par le sous-scapulaire, le grand pectoral et le grand dorsal; or, l'action de ces muscles est annulée quand l'avant-bras forme un angle droit avec le bras.

Prenons un autre exemple: l'os hyoïde est maintenu en position, grâce à l'antagonisme des muscles qui se rendent à cet os. Ce sont, d'une part: le stylo-hyoïdien et le ventre postérieur du digastrique; d'autre part: le sterno-hyoïdien, le sterno-thyroïdien (ce dernier d'une façon indirecte) et l'hyo-thyroïdien. Si tous ces muscles agissent en même temps, l'os hyoïde se trouve fixé et sert ainsi de point d'appui aux muscles qui tirent la mâchoire en bas pendant la mastication (les mylo-hyoïdiens, les geni-hyoïdiens et les ventres antérieurs du digastrique). C'est en prenant leur point d'appui sur l'os hyoïde, devenu ainsi immobile, qu'agissent également, le constricteur moyen du pharynx et les muscles de la langue qui s'insèrent sur l'hyoïde. L'immobilisation de ce même os, rend encore possible (indirectement, cette fois), l'action des autres muscles de la langue et celle de quelques muscles du voile du palais.

Il est facile de voir que la fixation de l'os hyoïde a de l'importance non seulement pendant la mastication, mais aussi pendant la déglutition, l'articulation des mots et la phonation. Dans ce dernier cas, l'immobilisation du cartilage thyroïde ne saurait exister si l'os hyoïde n'a pas été fixé, au préalable.

Comme nous l'avons déjà dit, l'os hyoïde est maintenu en place par l'action simultanée de plusieurs muscles qui viennent s'insérer sur lui; il suffit donc qu'il y ait paralysie, ou même parésie d'un de ces muscles pour que cet os change, immédiatement, de position. La solidité du point d'appui qu'il présente, s'en ressent, aussitôt, comme il est facile de s'en apercevoir, par la déviation que subit la pointe de la langue. Surviennent ensuite, les troubles de la phonation, de la

déglutition et de la mastication. La position du voile mobile du palais et de la luette est également modifiée. Ce dernier phénomène dépend du lien qui existe entre l'os hyoïde et les muscles de la langue, d'une part, et les muscles du bord antérieur de ce voile mobile, d'autre part (les fibres du transverse de la langue, passent dans le palatoglosse).

L'importance de la fixation de l'os hyoïde au point de vue des fonctions que nous venons d'énumérer, devient claire lorsqu'on songe aux lois de l'équilibre du polygone funiculaire [1]. Une expérience fort simple, d'ailleurs, peut faire comprendre les lois de cet équilibre. Supposons, en effet, que nous avons immobilisé au moyen de fils, partant dans des directions différentes, un corps quelconque rendu ainsi immobile: il suffira de supprimer un de ces fils pour que le corps en question, change immediatement de place. On verra, en même temps, que la solidité du point d'appui qu'il présente, aura diminué, en proportion.

Les muscles qui contribuent à fixer l'os hyoïde, reçoivent leurs nerfs de plusieurs sources, à savoir: de la 5e, de la 7e, de la 12e paire crânienne et du plexus cervical. Le n. myloïdien anime le ventre antérieur du digastrique et le m. mylo-hyoïdien; le facial envoie des rameaux au ventre postérieur du digastrique et au m. stylo-hyoïdien; le grand hypoglosse s'unit à des branches du plexus cervical, pour animer les muscles omo-hyoïdien, sterno-hyoïdien, sterno-thyroïdien et hyo-thyroïdien, de même que les muscles de la langue. Il va sans dire que la lésion d'un de ces nerfs peut amèner des troubles de la mastication, de la déglutition et de l'articulation des mots. Il peut survenir aussi, une modification dans la position de la langue, du voile du palais et du pharynx. Nous avons pu constater ces troubles (à l'exception du changement de position du voile du palais et du pharynx, qui sont peu accusés), chez des chiens, auxquels nous avions fait l'arrachement ou la section du n. facial. La déviation de la luette est plus accusée, lorsque toute la portion du facial contenue dans le canal de Fallope a été arrachée. Elle l'est aussi, après la section de l'anse descendante du hypoglosse, dans la portion supérieure du cou. Pour faire res-

---

[1]) M. Ch. Delaunay, Traité de Mécanique rationnelle. Sixième édition. Paris, 1878. p. 323.

sortir d'avantage la déviation de la pointe de la langue chez un chien, dont le facial a été coupé, on place cet animal dans un bain de sable (à température se rapprochant de 40°). L'animal tire en pareil cas fortement, la langue, et on voit, nettement, que la pointe de cet organe est dirigée du côté malade. Cette déviation est due à la paralysie du m. géni-hyoïdien et de tous les muscles qui sont innervés par les branches de l'anse descendante du hypoglosse et par le rameau hyoïdien de ce même nerf. Elle est due, également, à une diminution de la résistance, offerte par les muscles du côté malade et à la résistance normale, offerte par la mâchoire inférieure du côté sain.

L'étude de l'omoplate et des muscles de l'épaule peut servir, également, à élucider la question qui nous occupe. L'omoplate est maintenue, en position, par l'action simultanée d'un groupe de muscles antagonistes: ces muscles s'insérent sur le bord interne, sur l'angle supérieur, sur l'angle inférieur et sur l'épine de l'omoplate, ainsi que sur l'apophyse coracoïde. Des muscles partant de trois directions différentes viennent s'insérer sur l'angle supèrieur et interne de l'omoplate qu'ils maintiennent ainsi fixé. C'est là le point d'appui du levier, formé par l'omoplate et l'humérus; le point du levier qui correspond à la résistance, se trouve sur l'humérus. Voici quels sont les trois muscles, en question: l'élévateur angulaire de l'omoplate, en haut; le faisceau supérieur du grand dentelé, en dehors et le rhomboïdal supérieur — en dedans. En resumé, l'omoplate est maintenue en position, grâce à l'action simultanée de muscles antagonistes, dont les uns (trapèze, élévateur angulaire de l'omoplate, et rhomboïde) sont dirigés de haut en bas et de dedans en dehors, tandis que les autres (grand dentelé et petit pectoral) se dirigent de dehors en dedans, d'avant en arrière et de bas en haut. Dès que l'action d'un seul de ces muscles est annulée ou même affaiblie, l'omoplate change immédiatement de position. En même temps, les mouvements du bras, de l'avant-bras et de la main sont impossibles, à moins que l'épaule ou le coude ne soient fixés, ceci peut se faire au moyen de l'autre bras, ou en appuyant le coude sur un corps immobile quelconque. Lorsqu'un membre supérieur est devenu inactif (vers la periphérie surtout), les muscles correspondants sont atteints peu à peu de regression et l'atrophie musculaire va de la périphérie au centre (épaule). Lorsqu'un membre supérieur a été

astreint à un travail qui est au-dessus de ses forces, l'atrophie débute au point où la tension musculaire est surtout considérable, c'est à dire là où le membre prend son point d'appui. Ce dernier perdra en force par là même, ce qui amènera, comme conséquence, l'affaiblissement des muscles, situés vers la périphérie du membre.

En examinant un mécanisme quelconque, on s'aperçoit, aisément, que lorsque le point d'appui d'un levier à été ébranlé, le défaut de solidité de l'agencement en question, se manifeste, tout d'abord, sur le point le plus éloigné du centre. Lorsqu'un membre supérieur a été porté dans l'abduction jusqu'à position horizontale, il est facile de s'assurer que les muscles de l'épaule durcissent (se contractent, par conséquent) de plus en plus, à mesure que le poings est serré avec force. Il importe de savoir qu'en faisant l'analyse des mouvements du membre supérieur, il est facile de confondre ceux de la totalité de l'épaule avec ceux qui se passent dans l'articulation scapulo-humérale. Ainsi, on admet en général, que c'est dans l'articulation scapulo-humérale que ce passent les mouvements qui amènent le membre supérieur dans l'abduction et dans la flexion jusqu'à position verticale, les extrémités des doigts regardant en haut. On explique, de même, cette autre position de l'extrémité supérieure qui permet à la main de se juxtaposer sur la ligne médiane du corps et en avant de celui-ci, avec l'autre main, les deux membres se trouvant dans un plan horizontal. Or, les recherches du Dr. Fomine [1]) ont montré que dans l'articulation scapulo-humérale, l'arc de cercle qui correspond chez le vivant, aux mouvements de flexion et d'extension, ne mesure que 66° (70,7 chez le cadavre). Le même arc de cercle (66°) correspond dans cette articulation, aux mouvements d'adduction et d'abduction. Plus étendue en quelque sorte, la rotation peut aller de 85° à 88° (92,7° en moyenne, chez le cadavre).

En règle générale, toutes les fois que le membre supérieur est appelé à exprimer une force considérable, les contractions les plus énergiques s'observent dans les muscles qui président aux mouvements de totalité de l'épaule. Ces muscles reçoivent leurs nerfs du plexus brachial, du plexus cervical (en partie) et de la branche externe du

---

[1]) Contribution à l'étude de la détermination de la force absolue des muscles. St. Pétersbourg. 1885. p. 14.

spinal. Voici quelle est d'ailleurs la distribution de ces différents nerfs: le trapèze est animé par le spinal, l'angulaire de l'omoplate par des rameaux venus du plexus cervical et tous les autres muscles par des branches du plexus brachial (n. thoracicus longus et n. thoracicus anterior de la 5e, 6e et 7e p. cervicale; n. thoracicus posterior s. dorsalis scapulae de la 5e et 6e paire cervicale). Lorsque la section d'un seul de ces nerfs a été faite, l'équilibre de l'omoplate est immédiatement rompu et cet os se déplace. Le point d'appui du systéme tout-entier etant par là même ébranlé, l'action musculaire perdra en énergie. Il s'en suivra une regression musculaire dirigée de la périphérie vers le centre. Il va sans dire que cette modification ne surviendra que si le point d'appui du membre se trouve sur la colonne vertébrale et sur l'épaule et n'a pas été transporté vers la périphérie. Dans la section de la branche externe du spinal, l'harmonie d'action des muscles de l'épaule, se trouve altérée (lorsque le point d'appui du membre se trouve sur le tronc). Un effet du même genre, quoique atténué, est produit, lorsque les ganglions du cou augmentés de volume, irritent ou compriment cette même branche. Dans ce dernier cas, le membre sera devenu plus faible. L'affaiblissement en question, sera devenu notoire dans les mouvements de l'avant-bras et de la main, comme dans ceux des doigts.

Lorsqu'un membre supérieur a été astreint à un travail, au-dessus de ses forces, les muscles qui président aux mouvements de totalité de l'épaule, peuvent être atteints de dégénérescence. Comme conséquence, nous verrons survenir un affaiblissement des doigts, de l'avant-bras, de l'épaule etc. Des lésions des centres nerveux correspondants, peuvent survenir plus tard; ces affections, qu'au moment de la nécropsie, on prend souvent pour des affections primaires, sont, en pareil cas, secondaires.

La dégénérescence musculaire, dont nous venons de parler, amène parfois rapidement, chez les jeunes sujets, des altérations profondes dans la forme des os et des articulations. Ces altérations sont prises, souvent, pour des altérations trophiques, tandis qu'elles ne sont, en réalité, qu'une conséquence de la modification qui est survenue dans les rapport des muscles avec les os et les articulations [1]).

---

[1]) V. notre travail intitulé: Ueber die Ursachen, welche die Form der Knochen bedingen. Virchow's Archiv. Bd. 87 1882. p. 262—274.

Les modifications, subies par le membre inférieur, réagissent à la longue, sur tous les muscles du corps, à moins qu'on ne fasse des efforts, pour maintenir l'activité des muscles du tronc et du membre supérieur. Ce resultat peut être atteint, soit en déplaçant fréquemment le centre de gravité du corps (changements de position), soit en adoptant un point d'appui artificiel (bâton, bequilles, jambe artificielle) qui rendra la marche possible. Quoiqu'on fasse, la nutrition de l'organisme, tout entier, baisse toutes les fois qu'il y a impossibilité de se servir complètement d'un membre inférieur et même d'un pied. Les expériences faites par le Dr. Selitzky [1]), afin de mieux déterminer les rapports des muscles et des articulations, font voir combien sont importantes les modifications survenues dans les conditions mécaniques du membre inférieur, vers la périphérie de ce membre [2]).

Le 7 Déc. 1881, le Dr. Selitzky fit chez une jeune chienne l'excision du n. sciatique poplité externe, du côté droit. Cette excision fut faite, sur une étendue d'un centimètre, au niveau de la tête du péroné. La conséquence immédiate fut l'extension forcée du pied (flexion des auteurs français); les orteils étaient fléchis, au contraire. Cette position du pied, ayant déterminé un allongement du membre, l'animal ne pouvait marcher qu'après avoir porté la cuisse dans l'abduction et un peu dans rotation interne. Le 19 Mars 1882, l'animal fut tué, ce qui permit de constater les déformations suivantes: la forme du bassin est devenue irrégulière et la saillie qu'il forme en avant, est plus grande à gauche, qu'à droite. Les apophyses épineuses de la région lombaire sont déviées à gauche. Tous les muscles de la région antérieure de l'extrémité inférieure sont pâles et leur développement est moindre que celui des muscles correspondants de l'autre extrémité. De plus, les aponévroses qui recouvrent ses muscles sont épaissies; l'épaississement du tissu cellulaire sous-jacent, les rend moins faciles à séparer des muscles. Les mêmes phénomènes s'observent sur la face dorsale du pied. Les mouvements du pied et des orteils sont devenus difficiles, surtout la flexion. La capsule synoviale qui recouvre la face

---

[1]) Des différentes forces qui contribuent à maintenir en contact les surfaces articulaires. Thèse. St. Pétersbourg. 1882.

[2]) Les pièces anatomiques obtenues à la suite de ces expériences, ont été communiquées à la Soc. de Méd. russe de St. Pétersbourg dans la séance du 15 Avril 1882.

antérieure de l'art. tibio-tarsienne, est épaissie; la quantité de synovie que contient cette articulation, a été certainement augmentée. La lamelle de cartilage qui recouvre la portion postérieure et supérieure de l'astragale, est amincie, de sorte que la substance osseuse, fortement colorée, est visible à travers. L'articulation du genou est à peu près normale; on dirait seulement qu'elle contient un peu plus de synovie, que celle du côté sain. Le tibia droit mesure 13 cm (à partir du bord antérieur de son extrémité supérieure jusqu'au sommet de la malléole interne). Telle est, aussi, la longueur du tibia gauche, mesurée de la même façon. La longueur du pied, prise à partir du tubercule postérieur du calcanéum, jusqu'au sommet du 2 orteil, mesure 12,7: a gauche, la même longueur est de 13 cm. Le développement des abducteurs de la cuisse est très exagéré, à droite et l'articulation coxo-fémorale, elle-même, présente des altérations fort graves. La capsule synoviale n'est qu'un peu épaissie dans la portion interne et inférieure de cette articulation, mais la tête fémorale, devenue ovalaire, est aplatie sur les côtés. Son diamètre vertical s'est allongé, tandis que son diamètre srans-s'est retréci. De plus, la portion qui sépare cette tête du grand trochanter (col), fait absolument défaut. En un mot, la tête du fémur s'unit au corps du même os, sur le même mode, que les parties correspondantes de l'humérus. Sur la portion supérieure de la tête fémorale, se trouve la fossette, destinée à loger le ligament rond; celle-ci est élargie sur le milieu et mesure 6 mm dans le sens transversal. Elle se prolonge, ensuite, en avant et en bas, dans une étendue de 8 mm. En bas, le diamètre de cette fossette est de 2 mm. Dans le sens longitudinal, la distance entre la circonférence supérieure et la circonférence inférieure de la tête fémorale, mesure 1,8 cm; à gauche, cette même distance est de 1,4 cm, seulement. Le grand trochanter fait au dessus de la tête fémorale, une saillie considérable; la ligne qui unit son sommet à la surface de la tête fémorale, mesure 1,8 cm, à droite. A gauche, cette même distance ne compte que 0,6 cm. La ligne qui unit la base et le sommet de cette apophyse, est de 2 cm. La tête fémorale est recouverte de cartilage; seule, la fossette du ligament rond en est dépourvue. La longueur du fémur (prise, à partir de la circonférence supérieure de la tête fémorale, jusqu'au bord du cartilage, qui recouvre le condyle interne), mesure 10,2 cm a droite, et 11,7 cm, à gauche. La longueur

de ce même os, prise à partir du sommet du grand trochanter, jusqu'au bord du cartilage qui recouvre le malléole externe, mesure 12,4 cm, à droite, et 12,2 cm à gauche. La cavité cotyloïde est tapissée d'un cartilage, ayant la forme d'un demi-cercle; cette cavité est aplatie et elle est moins profonde, qu'à gauche. Le bord externe et supérieur de cette même fosse, est comme aplati. Le diamètre vertical de cette cavité est de 1,5 cm à droite et de 1,3 cm, à gauche. Le diamètre transverse (horizontal) est de 1,6 cm à droite et de 1,4 cm, à gauche. Le diamètre vertical du bassin, pris à partir de la tubérosité de l'ischion jusqu'à la crète iliaque, mesure 11 cm à droite, comme à gauche.

On voit, que les modifications osseuses ont un caractère très net: elles sont dues, suivant nous, à la modification qu'ont subies les conditions mécaniques des mouvements de la jambe et du pied. Cette modification a eu, comme conséquence immédiate, une activité exagérée, des abducteurs de la cuisse et par suite, leur développement excessif. Ce dernier a déterminé, à son tour, une modification dans la forme de la tête du fémur.

Voyons, maintenant, comment sont apparues, successivement, les modifications, que nous venons de voir: les muscles de la région antérieure de la jambe et de la région dorsale du pied, etant paralysés, l'action de leurs antagonistes fixe le pied, dans l'extension et les orteils, dans la flexion. Cette position du pied a pour conséquence immédiate, l'allongement du membre correspondant: aussi l'animal, ne peut-il se servir de ce membre, qu'à condition de le porter dans l'abduction et un peu, dans la rotation en dedans. L'état de contraction permanente, dans lequel se trouvent les muscles qui président à ces mouvements, amène, peu à peu, leur développement plus considérable. Celui-ci influe, à son tour, sur le développement de l'extrémité supérieure du fémur, de sorte que la tête de cet os se développe, aux dépens de son col, le dernier fait n'a rien d'étonnant, vu que d'après Schoemaker [1]), le col fémoral se développe plus tardivement que les autres parties de cet os. La pression, exercée par les muscles abducteurs, augmentés de volume, détermine peu à peu, un allongement du diamètre transverse de

---

[1]) Die Entwickelungsgeschichte der Gelenke. Nederlandsch Tidschr. v. Geneesk. 14, 15, 1872. — Schmidt's Jahrbücher. 1873. Nr. 10. p. 6.

la tête fémorale qui prend ainsi une forme ovalaire. Cette dernière modification est absolument la même que celle obtenue par Fick [1]), le Dr. V. Popoff [2]) et, nous-même [3]). Le développement exagéré des abducteurs de la cuisse a détruit l'harmonie des muscles qui entourent l'articulation coxo-fémorale. Le grand trochanter est devenu un peu plus large; sa face externe qui sert d'insertion aux abducteurs de la cuisse, est plus rugueuse, que la surface correspondante du côté opposé. Tel est toujours le cas, toutes les fois que les muscles qui s'insèrent sur une surface donnée, ont acquis un développement considérable. Le membre inférieur malade, étant toujours dans l'abduction, la portion supérieure et interne de la tête fémorale correspondante subira une compression continue; la conséquence forcée d'un pareil état de choses sera un arrêt de développement de cette partie. Le col fémoral fait défaut; le cartilage articulaire qui recouvre la tête du fémur, s'étend jusqu'au grand trochanter. Les muscles qui recouvrent la portion inférieure de cette tête, sont relativement peu développés. Par suite de l'affaiblissement des antagonistes du jambier postérieur, l'action de ce muscle est devenue plus énergique, de sorte que l'animal s'appuie surtout sur le bord interne du pied. L'affaiblissement relatif, des rotateurs en dehors, permet à la tête fémorale de s'abaisser; celle-ci s'allonge par là même, dans le sens transversal et devient ovalaire. La modification survenue, dans la forme de cette tête, influe à son tour, sur le mode et sur l'étendue du mouvement qui se passe dans l'articulation correspondante: La tête fémorale, elle-même, a une forme qui se rapproche d'un segment d'ellipsoïde; devenue moins profonde, la cavité cotyloïde s'est allongée dans le sens longitudinal. La dimension qu'elle mesure, dans ce sens approche de celle que la tête mesure dans le même sens. Remarquons, que si la tête était tout-à-fait elliptique, les mouvements qui ont lieu autour de l'axe vertical deviendraient absolument impossibles; voici pourquoi ces mouvements se limitent, de plus en plus,

---

[1]) Ueber die Ursachen der Knochenformen. Göttingen 1857. — Neue Untersuchungen über die Ursache der Knochenformen. Marburg 1859.

[2]) De la modification survenue dans la forme des os parsuite des conditions mécaniques anormales du milieu ambiant. Thèse. St. Pétersbourg. 1880.

[3]) Des conditions qui influent sur la forme des os. Mém. de Méd. russe de St. Pétersbourg. 1880, 81. p. 579, et Virchow's Archiv. T. 87. 1882.

à mesure que la forme de la tête fémorale devient, de plus en plus, elliptique. D'autre part, les dimensions de la tête et celles de la cavité, étant devenues égales, l'arc de mouvement correspondant aura diminué, par là même [1]). Notons, que par suite de l'augmentation des points de contact qui existent entre les deux surfaces, en question, le point d'appui est devenu, d'autant plus solide. L'animal peut donc user de son membre avec plus d'énergie, — dans le sens où les mouvements sont encore possibles, du moins. En d'autres termes, l'étendue et la variété des mouvements sont devenus plus réduits, mais le point d'appui ayant augmenté en proportion, le membre malade est devenue à même d'exprimer une force plus considérable.

Lorsqu'on s'est assuré, que le surface de la tête fémorale est recouverte d'un cartilage lisse, on est autorisé à nier absolument, l'existence, dans cette partie, d'un processus inflammatoire quelconque. Toutes les fois, que sur la pièce anatomique qui nous occupe, nous faisons appuyer la tête fémorale contre la cavité cotyloïde, le membre prend la position qu'il avait chez l'animal vivant. Il est impossible de supposer ici l'influence de nerfs trophiques, parce que l'innervation de la région correspondante, n'a été en rien altérée.

On pourrait, certes, invoquer ici l'influenee de causes éloignées, mais il est peu probable que de causes suffisantes de ce genre puissent être constatées.

En resumé, l'examen de la pièce anatomique, en question, nous montre que des surfaces articulaires peuvent être modifiées lorsque les conditions mécaniques des mouvements qui ont lieu dans une articulation, ont été modifiées, elles-aussi. Cet examen nous fait encore voir que le point d'appui, offert à un membre et la force que celui-ci exprime, par conséquent, augmentent, à mesure, que les mouvements qu'il exécuter, deviennent moins étendus et moins variés. Il est facile de déduire de tout cela, i'importance, au point de vue de l'étude du système nerveux, des conditions mécaniques qui sont sous la dépendance de l'activité musculaires. Ladite pièce anatomique [2]) dont l'étude

---

[1]) V. notre article intitulé: Du mode d'union des os entre eux. Bibl. de Méd. 1882. Avril. p. 12.

[2]) La démonstration de cette pièce ànatomique a été faite par nous devant la Soc. de Méd. Thèses de St. Pétersbourg, le 15 Avr. 1882.

ne peut être que fort instructive, se trouve dans notre cabinet; elle est à la disposition de tous ceux qui voudraient la voir.

L'importance considérable, au point de vue de l'étude du système nerveux, des conditions mécaniques, devient manifeste, une fois encore, lorsqu'on examine le rapport qui existe entre la presse abdominale et la portion correspondante du grand sympathique. Les conditions qui maintiennent en position les viscères, sont analoques à celles qui maintiennent, en contact, les extrémités articulaires. Ici, encore, on trouve le même rapport entre la force et la résistance. Les viscères sont maintenus en place, d'une part: 1° par la pression atmosphérique, 2° par la force musculaire (presse abdominale) et 3° par la cohésion. A ces trois forces, sont opposées les forces suivantes: a) le poids des viscères, b) l'élasticité des tissus qui composent ces derniers, leur contenu solide, liquide et gazeux y compris, et c) le frottement qui a lieu toutes les fois que les viscères se déplacent. Les forces 1 et 3 ne pouvant être modifiées *ad libitum*, l'adaptation à des conditions nouvelles qui se produisent (compensation), ne saurait dépendre que de la force No. 3 (presse abdominale). Quant à la résistance, elle ne saurait être modifiée, que grâce à la force b (élasticité) qui la rendra plus grande ou plus faible, suivant le cas. Si d'après Struther [1]), le poids des viscères est plus considérable à droite de 15 onces, les muscles du même côté sont aussi plus puissants. Leur poids et leur volume dépasse ceux des muscles correspondants du côté opposé. Le Dr. Lavrentieff [2]) a montré, lui-aussi, que le poids moyen de ces muscles égale 137,8 grammes à droite et 125,5 g. à gauche; leur diamètre physiologique qui mesure 12,3 qcm à droite, ne compte que 11,1 qcm à gauche. L'affaiblissement qu'a subi l'action de ces muscles (à la suite de grosseues repetées, de leur inactivité, de l'usage du corset etc.) amène fatalement une mobilité anormale des viscères et des organes parenchymateux, surtout. Celle ci pourra amener à sa suite, des troubles nerveux, tels que des douleurs, des attaques d'hystérie, etc. Des douleurs intercortales, à gauche surtout, sont très fréquentes, en

---

[1]) Edinb. Med. Journ. 1863. Juni.

[2]) Matériaux pouvant servir à l'étude de la force et de l'action du muscles de la presse abdominale. St. Pétersbourg. 1884. p. 31, et Virchow's Archiv T. 100. H. 3. 1885. p. 483.

pareil cas. Celles-ci surviennent à la suite de mouvements brusques, comme, lorsqu'on court, par exemple. Voici l'explication de ces phénomènes: des vaisseaux plus ou moins longs, entourés de réseaux sympathiques, se terminent dans les organes de la cavité abdominale et surtout dans ses organes volumineux (le foie, la rate, les reins etc.). Lorsque les viscères sont secoués, ces vaisseaux le sont aussi. L'irritation, déterminée de cette façon, amène des douleurs si fortes, que tout mouvement devient impossible. Les vaisseaux les plus longs se rendent aux ovaires, aux testicules et à la rate (plexus spermaticus, plexus lienalis). Les nerfs qui accompagnent ces vaisseaux, viennent du plexus aortique ou du plexus solaire (le plus grand des plexus sympathiques contenus dans la cavité abdominale). Viennent ensuite (comme longueur), les vaisseaux du foie, des reins, de l'utérus, etc. On voit que les douleurs qui peuvent survenir pendant la course (du côté gauche et plus rarement du côté droit) s'expliquent par le défaut de fixité des viscères; celle-ci peut dépendre d'un défaut de développement des muscles abdominaux ou de leur affaiblement. On sait qu'il est utile de renforcer l'action des muscles abdominaux par une ceinture bien serrée, lorsqu'on veut se livrer à des exercices physiques violents, tels que le saut ou la course. De cette façon, on évite souvent des douleurs intenses. Nous avons eu l'occasion de voir une femme, atteinte d'une hernie ombilicale qui avait accouché plusieurs fois. Cette femme, dont les parois abdominales étaient excessivement affaiblées ne pouvait se lever, à moins de s'être appliqué un bandage bien serré. Faute de ce soin, le moindre mouvement amenait une irritation si grande qu'elle ne pouvait même parler posément: sitôt que le bandage en question etait relâché, on voyait survenir des crises hystériques de la dernière intensité. Chez des femmes ayant accouché plusieurs fois et chez les sujets qui ont maigri rapidement, on observe souvent des phénomènes nerveux aussi accentués que variés. Ces phénomènes disparaissent rapidement sitôt que les parois abdominales ont été serrées de façon à être comprimées d'une façon uniforme. On voit, que la presse abdominale a surtout comme fonction de servir de point d'appui. Il s'en suit, que les mouvements et les contractions des viscères, contenus dans le grand et dans le petit bassin, dépendent, principalement, de l'état de tension plus ou moins grande, de cette paroi.

De tout ce qui précède, nous pouvons conclure, que, lorsqu'on fait l'analyse des fonctions nerveuses, on ne doit pas perdre de vue les conditions mécaniques de l'action musculaire, correspondante. Il importe, de se rappeler l'influence de celles-ci sur le système nerveux. Beaucoup de phénomènes, qu'on attribue à des troubles trophiques, ou à une affection nerveuse centrale, s'expliquent fort bien, par une modification survenue dans les conditions mécaniques qui sont faites à l'activité musculaire.

St. Pétersbourg, le 14/20 Decembre 1885.

Zur Gelenklehre

von

Professor Dr. Jacob Heiberg,

Director des anatomischen Institutes der Universität Christiania, Norwegen.

Um den Studenten zu einem klaren Verständnisse des Mechanismus der Umdrehungskörper bei den menschlichen Gelenken zu bringen, kommt es hier, wie an anderen schwierigen didaktischen Punkten darauf an, den Betreffenden vom Bekannten zum Unbekannten zu führen. Nachdem es mir durch genaue Anschauung ganz klar geworden ist, dass es sich hier um sehr *wenige* stereometrische Begriffe handelt, habe ich wieder und wieder alle Gelenke gemustert und bin für didaktische Zwecke bei den folgenden fünf stereometrischen Körpern stehen geblieben, bei dem *Cylinder*, dem *Ellipsoid*, der *Kugel*, dem *Kegel* und dem *Sattel*, und glaube, dass man sich mit folgenden fünf Arten von Gelenken für alle Fälle genügen lassen kann. Man wird allerdings bemerken, dass ich von allen ganz flachen, von den Schlittengelenken und Halbgelenken hierbei absehe.

1. Das **Cylindergelenk,**
2. „ **Ellipsoidgelenk,**
3. „ **Kugelgelenk,**
4. „ **Kegelgelenk,**
5. „ **Sattelgelenk.**

Dies ist nicht alles neu, aber auch nicht genügend scharf in allen Lehrbüchern hervorgehoben und würde dem mit der Stereometrie so vertrauten Abiturienten das Aneignen der schwierigen und doch so interessanten Gelenklehre bedeutend erleichtern. Ferner würden viele fatale, entweder in der Luft oder in der griechischen Sprache schwebende Namen wie Morgennebel verschwinden.

Wie in der Maschinenlehre[1]), muss man jedes Gelenk als aus einem Elementen-Paar bestehend ansehen und aus einem positiven und einem negativen Cylinder, Ellipsoid, Kugel, Kegel oder Sattel hergestellt betrachten. Ich habe für die Vorlesung solche volle Typenmodelle aus Holz in ungefähr 6facher Grösse von allen diesen positiven und negativen Umdrehungskörpern anfertigen und Stifte hineinsetzen lassen, um die Axen anzugeben. Dies zu verstehen ist für die Studierenden sehr leicht und keine der mir bekannten Sprachen existiert, die sich nicht leicht dieser einfachen Nomenclatur fügen würde.

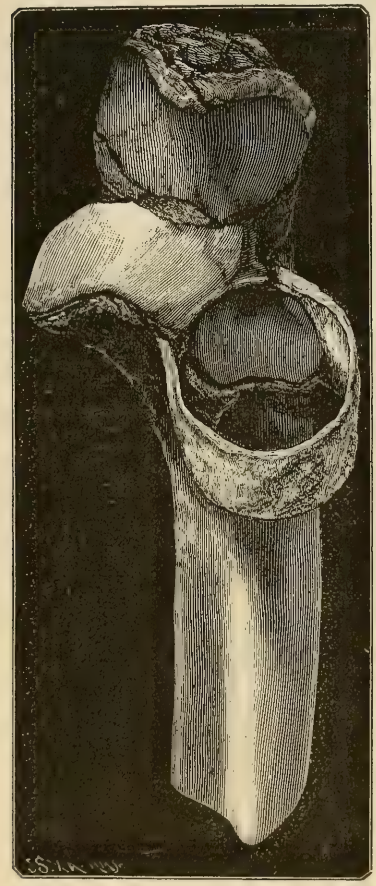


Fig. 1. Das obere Ende der *Ulna* mit demLigamentum *annulare,* dem ringförmigen Bande, welches nur aus Bindegewebe besteht; dasselbe bildet jedoch den grössten Teil des negativen Gelenkkörpers zum Umschluss des positiven cylinder- oder kegelförmigen *Capitulum radii.*

Dann bemerke man weiter, dass im Leben keine dieser stereometrischen Formen ganz rein zu finden ist, dass weder eine volle Kugel noch ein Kegel in den menschlichen Gelenken vollständig vorkommt, nur $^1/_3$, $^2/_3$ oder gar nur rundliche Flächen, kleine Teile des idealen Umdrehungskörpers zu sehen sind; ferner dass nicht immer Knochen und Knorpel, sondern auch sehr oft Bänder als wahre Gelenkkörper oder als Teile derselben auftreten, wie das *Lig. transversum atlantis*, welches den negativen hinteren Gelenkkörper im Cylindergelenk des Processus odontoideus darstellt. Noch deutlicher tritt dieses hervor bei dem *Lig. annullare ulnae* (Fig. 1), welches $^5/_6$ des negativen Cylinder- oder Kegelgelenkes darstellt, das wiederum den Kopf des Radius in sich aufnimmt; ebenso in den zwei Kugelgelenken der Schulter und der Hüfte, wo die nega-

[1]) Reuleaux, Kinematik. Braunschweig, Vieweg und Sohn. 1875.

tive Kugel zum grossen Teil von der starken Kapsel oder von den Muskelinsertionen gebildet wird und der Knochen als Umdrehungskörper ganz klein ist, im Verhältnis zum grossen Caput femoris und dem Caput humeri.

Es verdient auch weiter der Umstand hervorgehoben zu werden, dass sehr oft der negative und der positive Umdrehungskörper nicht mit demselben Radius erzeugt sind, so dass die positive Kugel oder der positive Cylinder flacher oder runder als der betreffende negative Körper ist: zu sehen ist dieses bei den Metatarso-Phalangealgelenken und im Fussgelenke in sagittaler Richtung. Dieses alles widerstrebt zwar unseren in den Schulen eingeprägten teleologischen Begriffen, aber jeder, der es untersucht, wird dies alles finden. Auf ähnliche

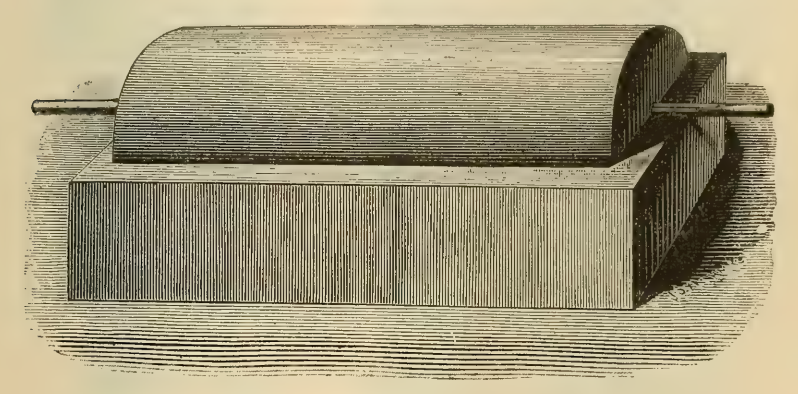


Fig. 2. Ein positiver in einen negativen hineingelegter Cylinder.

Weise wurde es schon vor Jahrzehnten in ganz gewöhnlichen ophthalmologischen Cursen als eine selbstverständliche Sache demonstriert, dass die Cornea und das Auge als optisches Instrument gar viel zu wünschen übrig lassen und als Examensobject eines Optikers mit einem „Nichtgenügend“ belegt werden müssten.

In den Cylindergelenken erreichen nach dieser mehr mechanischen Auffassung von positiven und negativen Gelenkkörpern die Seitenligamente eine ungeahnte Bedeutung; sie bilden die Grundflächen des negativen Cylinders, ja die Grundflächen des negativen Cylinders werden sogar sehr selten von Knochen gebildet, so dass die beiden knöchernen, mit Knorpel versehenen Malleolen als Ausnahmen angesehen werden müssen; die hintere Gelenkfläche am vorderen Bogen des Atlas bildet

eine knöcherne, mit Knorpel versehene, negative Fläche für den positiven Cylinder, den Dens epistrophei. Aber damit ist alles dasjenige vom negativen knöchernen Cylinderkörper in diesem Gelenke genannt, was vorkommt, sonst hat man nur mit Bindgewebe zu thun, bis auf das Lig. transversum atlantis. In den übrigen Cylindergelenken, den

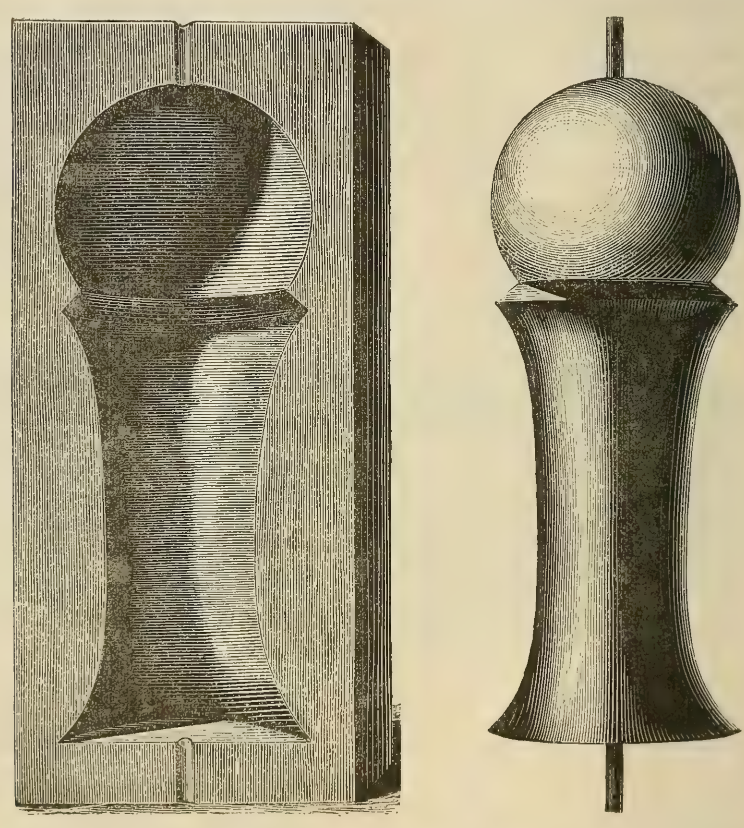


Fig. 3 und 4 sind Abbildungen nach hölzernen schematischen Modellen des unteren Gelenkendes des *Humerus* und der oberen des *Radius* und der *Ulna.*

Fig. 3 soll die kleine Vertiefung am *capitulum radii* sowohl als die *incisura sigmoidea major ulnae* darstellen.

Fig. 4 giebt den positiven Gelenkteil des unteren Endes des Humerus, *capitulum* und *trochlea*, in voller Rundung an.

Finger- und Zehengelenken, im Knie und im Ellenbogen bildet der proximale Gelenkkörper gern den positiven Cylinderkörper mit zwei Grundflächen; an diesen habe ich in einigen Sammlungen die Axe durch einen schwarzen Fischbeinstab angeben sehen, von welchem die Ligamenta accessoria radienförmig ausstrahlen und sich am negativen

Gelenkkörper inserieren (vom Femur bis auf die Tibia, wenn man an das *Kniegelenk* denkt). Diese bilden dann die Grundflächen des negativen Cylinders, während sich der positive Cylinder als die beiden Condylen darbietet. Hierdurch werden die beiden Seitenbänder sehr *wenig hemmen*, bilden vielmehr einen Teil des eigentlichen negativen Gelenkpaares und geben die Richtung der Bewegung an. Seit langer Zeit habe ich auch diese ligamentären Teile *Directions-* oder *Richtungsbänder* genannt, um durch den Namen an die Function zu erinnern.

Von den idealen fünf stereometrischen Begriffen kommen aber viele Modificationen vor, besonders unter den Cylindergelenken. Man denke

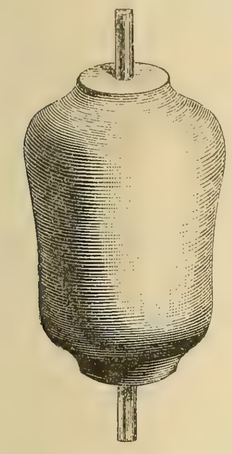


Fig. 5. Schematisches Modell des positiven Gelenkkörpers des *Talus* im *Fussgelenk* in voller Rundung.

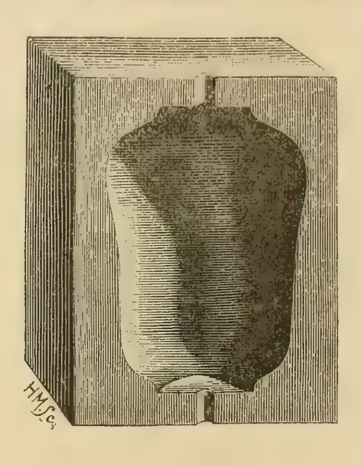


Fig. 6. Der entsprechende negative Umdrehungskörper an den unteren Enden der *Tibia* und *Fibula*.

nur an das Fussgelenk, an das Knie und an den Ellenbogen: hier ist eine Axe deutlich zu demonstrieren; ferner eine Mantelfläche, aber nicht diejenige eines stereometrischen Cylinders, sondern diejenige eines *cylinderähnlichen* Gebildes, welches sich wie ein gedrehtes Stuhlbein zu einer gewöhnlichen Walze verhält. Die eingeschalteten Figuren 2, 3, 4, 5 und 6 werden dies gleich erläutern.

Alle Gelenke im menschlichen Körper sind regressiv, insofern der Knorpel und die Ligamente vom 25. Jahre ab an Biegsamkeit und Ausdehnung sehr einbüssen, aber nicht wenige Gelenke, z. B. die Costalgelenke und diejenigen des Darmbeines, machen, zuerst um die

Geburt und dann nach derselben, eine höhere Entwickelung durch, um darauf den übrigen Gelenken ähnlich zu werden, und fallen hiernach erst der allgemeinen regressiven Metamorphose anheim. Dieselbe macht sich sogar im Hüftgelenke als eine besondere chirurgische Krankheit geltend und wird als solche aufgeführt als: *Malum coxae senile.*

Procédé de conservation des cadavres et des préparations anatomiques

par le

Dr. S. Laskowski,

Professeur d'Anatomie à la Faculté de Médecine de Genève.

Extrait du mémoire couronné par l'Académie des Sciences, Arts et Belles-lettres de Caen.

Introduction.

La question de conservation des cadavres destinés aux dissections ainsi que la conservation des pièces anatomiques et anatomo-pathologiques qui peuvent servir utilement à l'enseignement de l'anatomie a vivement préoccupée les anatomistes des toutes les époques.

En effet la pénurie des sujets destinés aux dissections qui se fait sentir presque dans toutes les Écoles de Médecine et l'impossibilité matérielle de disséquer convenablement et d'étudier les pièces anatomiques qui se décomposent rapidement, ont obligé les anatomistes à chercher d'empêcher ou à retarder la putréfaction des cadavres par les diverses procédés chimiques.

Préocupé depuis des longues années à rendre les études anatomiques plus faciles et moins repoussantes, j'ai cherché aussi à résoudre ce problème difficile. Mes nombreuses expériences et une pratique journalière de vingt ans m'ont permis de trouver un procédé de conservation qui a conquit une faveur marquée dans le monde scientifique et qui ce me semble réalise un réel progrès.

Loin de moi l'idée de vouloir entourer cette méthode de conservation de secret inspiré par quelques considérations d'interêt personnel. Uniquement préoccupé de la grande utilité de son application dans les

Écoles de Médecine, je lui ai donné une publicité suffisante, soit en la présentant d'abord au Congrès Universel des Sciences médicales qui a eu lieu à Paris en 1867, soit au Congrès Universel de Genève en 1878, soit par un mémoire envoyé à l'Academie des Sciences de Paris en 1875.

Sollicité de toute part à faire connaître mon procédé avec tous les détails, je me suis décidé à publier un travail un peu plus considérable qui paraîtra dans un mois [1]) et dans lequel j'exposerai les différentes méthodes de conservation au point de vue critique et je décrirai ma méthode spéciale des embaumements.

En publiant aujourd'hui dans le Monatsschrift un extrait de ce travail, je désire faire mieux connaître mon procédé dans le monde scientifique en Allemagne et je serai particulièrement heureux si je puis rendre quelques services aux études anatomiques si largement cultivées dans ce pays.

Chapitre I.

De la conservation des cadavres et des préparations anatomiques.

Personne n'ignore que le progrès rapide et considérable qu'a fait la médecine et la chirurgie dans le XIXme siècle, est dû essentiellement à la connaissance approfondie de l'anatomie, de la physiologie et des sciences naturelles. Le pas de géant accompli dans les vingt dernières années par l'histologie, cette fille cadette de l'anatomie a saisi le monde scientifique d'étonnement.

En dissipant tant de ténèbres, en indiquant la véritable route à suivre et en démontrant des vérités immédiatement applicables pour le bienfait de l'humanité, l'histologie a bien mérité de la science.

Je n'ai pas besoin, j'espère, de plaider en faveur de l'anatomie dans sa signification actuelle; tout le monde est d'accord pour considérer cette importante branche des connaissances biologiques, comme le base fondamentale d'une instruction médicale solide. C'est elle qui constitue la pierre angulaire sur laquelle repose tout l'édifice des sciences médicales.

[1]) De l'embaumement et de la conservation des cadavres et des pièces anatomiques (Georg Libraire. Editeur à Genève).

Un médecin consciencieux qui honore sa profession s'il ne cherche pas un guide et un appui dans les connaissances anatomiques, ne pourra pas faire un acte réfléchi dans la pratique journalière sans se heurter contre des difficultés insurmontables.

Dès lors il n'est pas étonnant que toutes les Écoles de médecine, sérieuses et jalouses d'une rénommée légitime, assignent à l'enseignement de l'anatomie une place d'honneur parmi les autres branches des connaissances médicales.

Ce sont les grands noms de Galien, Albinus, Helvetius, Vesale, Fallope, Scarpa, Soemmering, Winslow, Haller, Harvey, Bichat, Boyer, Velpeau, Virchow, Hyrtl, Henle, Cruveilhier, Kölliker, Waldeyer, Sappey etc. pour ne citer que des plus glorieux qui ont illustré leurs époques et leurs nations en assurant à la médecine et à la chirurgie une base inébranlable.

Il est donc de toute évidence que pour faire progresser la médecine rationnelle, il faut tâcher par tous les moyens possibles de favoriser le développement des études anatomiques.

Il ne suffit pas d'élever à l'anatomie des palais, des amphithéâtres magnifiques, il faut surtout rendre son étude moins dangereuse, moins insalubre et plus accessible aux savants et aux élèves, qui ne peuvent souvent surmonter une répugnance invincible pour poursuivre les repoussants et longs travaux de dissection sur les cadavres en état de décomposition plus ou moins avancée.

Il suffit d'entrer dans un amphithéâtre anatomique, ou se trouvent plusieurs corps en putréfaction, pour constater à quel danger sont exposés les élèves qui doivent y séjourner tous les jours, pendant des heures entières.

En respirant l'air impur chargé de miasmes putrides non seulement ils s'exposent à contracter des troubles gastriques, des nausées, des diarrhées et des migraines violentes, mais encore ils peuvent devenir victimes des ces redoutables piqûres anatomiques qui enlèvent chaque année des travailleurs à la science.

Et pourtant il est impossible d'apprendre l'anatomie sans disséquer beaucoup; mais pour tirer tout le profit de la dissection, il faut la faire lentement, avec attention soutenue et surtout avoir soin de bien étudier les pièces disséquées.

Or, la plupart du temps, la putréfaction rapide en désorganisant complètement les tissus et les organes, oblige les élèves à laisser leurs préparations inachevées, ils recommencent sur d'autres sujets, quand il y en a, et ne manquent pas d'obtenir le même résultat; ils se découragent, perdent beaucoup de temps précieux, sans tirer de leur travail un bénéfice réel, quelques uns quittent définitivement l'amphithéâtre et n'y reviennent plus.

On comprend donc aisément pourquoi les études anatomiques entourées de tant de difficultés, sont si longues, si pénibles et pourquoi il n'y a jamais suffisament de sujets pour les dissections.

Dans les grandes Écoles de médecine, fréquentées par un nombre très-considérable d'étudiants, le manque de cadavres se fait vivement sentir, il suffit de citer Londres, où un sujet revient à 100 frs. et ce prix relativement très-élévé, n'empêche cependant pas les cadavres de se putréfier avec la même rapidité que s'ils ne coutaient rien.

Cette disette de sujets est également très-sensible à Paris, malgré les efforts de l'administration qui fait son possible pour en augmenter le nombre et le mettre en rapport avec le chiffre toujours croissant des élèves.

Ce manque de sujets trouve son explication dans le préjugé populaire et dans l'intervention des sociétés charitables qui se chargent de l'enterrement réligieux des personnes qui meurent dans les hôpitaux. La cause principale à mon avis est dans le fait que la putréfaction rapide oblige le renouvellement fréquent des sujets ce qui rend le matériel quoique considérable toujours insuffisant, car il ne peut pas être utilisé convenablement.

Il est donc d'un intérêt capital pour la science de trouver le moyen d'économiser les sujets autant que possible en les préservant d'une prompte putréfaction et de rendre en même temps, les études anatomiques commodes et faciles, en garantissant les élèves contre le danger qui les ménace.

Frappés des difficultés considérables qui accompagnent les travaux anatomiques, les anatomistes et les chimistes de tout temps s'efforcèrent à trouver une bonne solution à cette importante et difficile entreprise.

Nous possédons maintenant les formules d'un grand nombre de liquides conservateurs qui ont été ou qui sont encore actuellement

employés, mais malheureusement aucun des ces liquides, qui sont plus ou moins antiseptiques, ne possède pas des qualités suffisantes pour rendre son application facile et d'une utilité incontestable.

Tous ces liquides conservateurs, sont des solutions salines dans lesquelles entrent comme base le chlorure de sodium, le nitrate de potasse, l'alun, le bichlorure de mercure, le chlorure ou sulfate de zinc et d'alumine, l'hypophosphite de soude, acide arsénieux etc.

Or, pour rendre la conservation efficace il faut que ces liquides soient saturés, mais alors après l'évaporation d'une petite quantité d'eau, les sels cristallisent, les tissus se couvrent de cristaux, deviennent durs, changent de couleur, détériorent les instruments et finalement, empêchent les dissections. Quant aux injections arsénicales, elles sont manifestement dangereuses pour les travailleurs.

Voyant de très-prés comme Professeur d'anatomie depuis nombre d'années les imperfections et les inconvenients de ces différentes méthodes de conservation et desirant vivement dans l'intérêt de la science et des élèves, rémedier efficacement à cet état des choses, je me suis livré à mon tour en 1864 à une longue série d'expériences et après avoir suffisament étudié la question et vérifié expérimentalement la valeur des moyens de conservation connus jusqu'alors, je fus très-heureux de trouver une combinaison organique liquide, d'une grande simplicité qui jouit de proprietés conservatrices et antiputrides merveilleuses, que l'expérience de près de vingt années n'a jamais démenties un seul instant.

Le principe qui m'a guidé dans mes recherches et qui m'a conduit à cette découverte paraît maintenant très-simple, mais il y a vingt ans la théorie des microbes, des bacteries, des ferments et d'autres micro-organismes capables de produire les différentes espèces des fermentations, était à peine ébauchée et on considérait la putréfaction comme une combustion lente, une oxydation par l'oxygène de l'air sans connaître l'agent qui la provoquait. Cependant combien de fois ai-je été surpris de voir que les petits organismes, souris, oiseaux etc. en état de putréfaction à peine commencée, que j'enfermais dans des vases privés d'air, sur une cuve de mercure, continuaient à se putréfier presque aussi rapidement que s'ils étaient abandonnés à l'air libre, tandis que les mêmes petits cadavres, rapidement desséchés à l'étuve,

pouvaient se conserver presque indéfiniment intacts à l'air libre à l'état de dessiccation complète.

Je pensais donc qu'un des agents puissants de la putréfaction est l'eau, non pas par une action spéciale sur les tissus et la substance organique, mais en préparant le milieu propre au développement des spores des cryptogames que l'on trouve en grandes masses sur la matière organique en decomposition, et des micro-organismes inférieurs, que je comparais alors aux cellules vivantes de la levûre de bière. Tant que les tissus sont vivants, ils peuvent lutter victorieusement contre ces envahisseurs et établir l'équilibre momentanement rompu, mais frappés de mort, l'équilibre est détruit et le champ de bataille reste livré sans défence aux infiniments petits.

Priver la matière organique de la totalité ou de la presque totalité de l'eau, soit à l'état libre, soit à l'état de combinaison chimique, c'est rendre ce terrain impropre au développement des bacteries putrides; mais alors c'est la dessiccation, et ce genre de conservation déjà connu d'une manière empirique, ne répondait nullement à mon intention et ne pouvait pas résoudre le problème que je m'étais posé.

En effet, un cadavre complètement desséché dans une étuve se transforme en momie: il perd plus de 60 % de son poids et de son volume et peut se conserver dans cet état pendant des siècles, s'il se trouve à l'abri de l'air et de l'humidité.

Les momies d'Egypte, qui datent de 30 ou 40 siècles, peuvent être considerées comme les résultats frappants de ce genre de conservation, Mais il est évident que cette méthode de conservation ne saurait être appliquée dans l'intérêt de la science.

Pour remplacer l'eau qui favorise la fermentation putride, en entretenant l'humidité des milieux mais qui en même temps, rend aux tissus la souplesse et la consistance indispensable aux travaux de dissection, il fallait trouver un liquide fixe, qui ne soit pas susceptible de dédoublement, qui ne gêle ni ne s'évapore pas et qui possède une grande affinité pour l'eau avec laquelle il puisse faire un mélange fixe en toute proposition, ce liquide c'est la glycérine. Je suis donc le premier qui ai eu l'idée d'employer la glycérine comme le liquide fondamental dans les injections conservatrices.

Ce merveilleux liquide, qui est un alcool tri-atomique, qui naguère

encore était considéré comme un produit accessoire et inutilisable dans la fabrication d'acide stéarique, est entré depuis, si largement dans une foule d'applications, dans les arts, les sciences et l'industrie, grâce à ses qualités multiples, que sa production est devenue inférieure à la demande, de sorte que l'on commence à en faire une fabrication spéciale.

La glycérine est légèrement caustique et antiseptique, d'une saveur franchement sucrée. Injectée dans les artères, elle remplie très-facilement l'arbre vasculaire grâce à sa viscosité; pénètre dans les capillaires, baigne les tissus, et par sa puissante affinité pour l'eau, déshydrate les tissus en leur enlevant une grande quantité d'eau qu'elle fixe.

Par cette action elle modifie profondement le milieu en le rendant beaucoup moins propre au développement des micro-organismes, tout en gardant aux tissus leur couleur et leur souplesse naturelle.

Mais les cadavres, ainsi injectés avec la glycérine seule, ne peuvent se conserver longtemps à l'air libre. Ils se couvrent bientôt des moisissures et d'autres cryptogames, et des nombreux oeufs de Calliphora vomitoria ou sarcophaga s'y développent et les bacilles putrides, bien qu'un peu gênés dans leur évolution, n'en continuent pas moins leur oeuvre de desorganisation.

Pour rendre la conservation durable et efficace, il fallait combiner la glycérine avec une substance qui possède des proprietés antiputrides énergiques, qui tue les ferments et les micro-organismes, arrête la vie dans la cellule organique et empèche égalcment, par son odeur et sa causticité, le dépôt et le développement des oeufs et des larves de différents diptères, ainsi que des spores des cryptogames.

La substance qui possède toutes ces propriétés en un très-haut degré, qui neutralise le virus cadavérique (ptomaïne) et qui n'est pas nuisible aux travaux anatomiques, c'est l'acide phénique ou carbolique (phénol) ce curieux produit de distillation de goudron de houille qui ainsi qu'un autre produit de goudron l'aniline, joue actuellement un rôle si considérable.

En 1864, les propriétés de l'acide phénique n'etaient pas si bien definies qu'actuellement; cependant on commencait à l'employer comme désinfectant et j'étais à même d'observer de très-heureux résultats

dans les traitements des plaies, suites des opérations, dans le service de Maisonneuve à l'Hôtel Dieu de Paris qui, bien avant Lister, employait l'eau phéniquée dans ses pansements.

Aujourd'hui les propriétés antiseptiques de cet agent sont universalement connues et les services qu'il rend à la médécine et surtout à la chirurgie sont incalculables.

La glycérine combinée avec l'acide phénique dans des proportions qui seront décrites plus loin, constitue un liquide conservateur, connu aujourd'hui sous le nom de glycérine phéniquée.

Ce liquide a été employé par moi pour la première fois en 1864 en injections ou en macérations, comme procédé nouveau de conservation des cadavres et des pièces anatomiques.

La même année, j'ai déposé entre les mains de Wurtz, alors Doyen à la Faculté de Médecine de Paris, et de M. le Prof. Sappey qui à cette époque était chef des travaux anatomiques, un pli cacheté contenant la formule de ce liquide, pour constater ma priorité dans cette découverte.

Depuis cette époque j'ai publié mon procédé de conservation dans plusieurs recueils scientifiques. Je n'ai jamais manqué l'occasion de le faire connaître soit en exposant les pièces dans plusieurs expositions, dans les musées anatomiques des grandes Facultés de médécine, soit en montrant ma collection aux notabilités scientifiques qui m'ont honoré de leur visite, toujours dans l'intention unique de faire adopter une méthode qui me parait bonne et propre à rendre de bien grands services aux études anatomiques qui me sont particulièrement chères.

Les anatomistes de tous les pays ont expérimenté mon liquide conservateur et l'ont adopté, soit pour les injections des cadavres destinés aux dissections des élèves dans les amphithéâtres, soit pour la préparation des pièces anatomiques, toujours avec le même succès.

Quelques uns ont cru devoir introduire dans ma formule primitive d'autres substances, comme l'acide arsénieux, le bichlorure de mercure, l'alcool etc. mais la base reste et restera toujours inébranlable, à moins que l'on invente un meilleur véhicule que la glycérine.

Ainsi Van Vetter[1]), chef des travaux anatomiques de l'Université

[1]) Note lue par le Dr. Duchesne de Boulogne à la société de Médécine de Paris (Gaz. des Hôpitaux No. 84 le 14 Juillet 1867).

de Gand, employait la glycérine, la cassonade et le nitrate de potasse [1]).

Les pièces conservées par ce liquide gardent la souplesse et le volume, grâce à la glycérine, mais deviennent poisseuses, gluantes, et se couvrent rapidement de moisissures.

Le Prof. Langer à Vienne se sert d'un mélange de glycérine 100, acide phénique 15, alcool 11.

Il y a quelques années, on a fait beaucoup de bruit en Allemagne à propos d'un liquide conservateur inventé par Wickersheim, et on sait même que l'Etat à payé chèrement cette découverte à son inventeur. Voici la formule de cette solution: 3000 d'eau bouillante à laquelle on ajoute 109 d'alun, 25 de chlorure de sodium, 12 de salpêtre, 60 de carbonate de potasse, 10 d'acide arsénieux. On laisse réfroidir, on filtre et, pour 10 parties du liquide ainsi obtenu, on ajoute 1 partie d'alcool méthylique et 4 parties de glycérine.

J'ai expérimenté ce liquide dès que sa formule fut à ma connaissance, et j'avoue que mon espérance de trouver quelque chose de nouveau à été trompée, car ce qui conserve dans ce liquide, c'est toujours la glycérine, l'alcool et l'acide arsénieux. Il ne fallait donc pas beaucoup de frais d'imagination, pour inventer une chose connue depuis longtemps, et je ne comprends pas l'illusion du Gouvernement Allemand à cet égard.

En 1874, M. Personne, pharmacien en chef de l'hôpital de la Pitié, préconisait pour les injections le mélange suivant:

Hydrate de chloral 500g, glycérine $2^1/_2$ litres, eau distillée $2^1/_2$ litres. L'hydrate de chloral est non seulement trop cher pour être employé en cette proportion pour injecter les sujets destinés aux dissections, mais encore ses propriétés antiseptiques ne peuvent en aucune façon être comparées à l'action de l'acide phénique, du sublimé corrosif et même de l'acide arsénieux.

---

[1]) D'après le travail du Dr. Leboucq, Prof. d'Anatomie de Gand, le procédé de Van Vetter est antérieur de quelques années à la notice du Dr. Duchesne (Le Musée anatomique de l'Université de Gand, 1884).

Au moment de mes premières recherches, le procédé de Van Vetter m'a été complètement inconnu. — D'ailleurs il n'a jamais été publié par l'auteur.

Je crois avoir suffisament insisté sur l'historique de ma méthode de conservation en révendiquant la priorité de cette découverte, je me propose maintenant d'exposer spécialement mon procédé et décrire en détail le manuel opératoire.

Chapitre II.

De la Conservation temporaire des cadavres destinés aux dissections et de la préparation du liquide conservateur.

J'avais soin d'indiquer plus haut que mon liquide conservateur est un mélange de glycérine et d'acide phénique; il s'agit donc maintenant de décrire la manière de le préparer et en déterminer les proportions.

Il y a dans le commerce plusieurs espèces de glycérine et il n'est pas sans intérêt de spécifier qu'elle est la qualité qu'il faut employer. La glycérine noire est très-consistante, sirupeuse, d'une réaction acide par suite d'excès d'acide sulfurique, elle est impure et marque à l'aréomètre de Baumé 31 °. Elle est spécialement employée pour la fabrication de nitro-glycérine et la quantité que l'on emploie dans ce but est colossale.

Elle peut être employée dans les injections courantes, dans les grands amphithéâtres qui ont besoin d'un enorme matériel anatomique. Son unique avantage est que son prix est relativement bas et que la quantité pour une injection peut être moins grande grâce à sa concentration. — Mais elle est caustique; l'acide sulfurique qu'elle contient noircie légêrement les tissus et les impuretés qu'elle tient en suspension, obstruent souvent les petites artères et empêchent sa pénétration dans les capillaires.

La seconde qualité est de beaucoup supérieure, elle a subie déjà une première distillation. Elle présente une couleur ambrée, elle est pure, neutre, transparente et marque généralement 28 ° de Baumé. C'est à celle-ci que je donne la préférence, surtout pour la préparation des belles pièces anatomiques. Elle est un peu plus chère, mais en la faisant venir directement des fabriques de bougies stéariques par tonneaux, elle revient à 1 fr. 15 cent. le kilogramme.

La troisième qualité, la glycérine blonde, est absolument pure,

elle est spécialement distillée pour les usages pharmaceutiques et pour la parfumerie, mais son prix est beaucoup plus élevé. Je l'emploie seulement pour les embaumements, dans lesquels le prix de substances employées n'entre pas en ligne de compte.

Quant à l'acide phénique, sa fabrication est arrivée à une grande perfection. Je n'ai pas naturellement à m'occuper de sa constitution chimique; on l'obtient par la distillation de goudron qui reste comme résidu dans les usines à gaz. — Pur, il se présente sous forme de cristaux blancs, en forme d'aiguilles; exposé à la lumière il prend une belle coloration rosée. — Il fond déjà à la température de 60 ° C. et exhale des vapeurs âcres d'une odeur caractéristique. — Il est très-toxique et corrosif, appliqué sur la peau à l'état liquide, il mortifie presque immédiatement la couche cornée de l'epiderme en lui donnant une coloration franchement blanche.

La manipulation de cette substance doit être faite avec une certaine attention, car ses vapeurs irritent rapidement les conjonctives et la muqueuse des voix respiratoires. Le meilleur système, c'est de l'employer à l'état cristallisé, car on est sûr de sa pureté et le dosage est certain.

On le fait venir en bonbonnes de fer-blanc de dix kilogrammes à 4 frs. le kilo.

La préparation de la solution est d'une simplicité élémentaire, car l'acide phénique est très-soluble dans la glycérine.

Pour la préparer en grand on verse dans une cuve en bois doublée de zinc, 100 kilo de glycérine à la température ambiante, ensuite on chauffe au bain-marie la bonbonne en fer blanc remplie d'acide phénique cristallisé et à fur et à mesure qu'il se liquefie, on le verse dans un vase gradué en verre ou en porcelaine et ensuite dans la glycérine, en ayant soin de verser très-doucement et de brasser toujours le liquide avec une spatule en bois. — Pour 100 kilo de glycérine j'emplois habituellement 5 kilo d'acide phénique, c'est à-dire la proportion de 5 %.

La quantité de ce mélange pour injecter un cadavre varie selon sa taille, sa corpulence et surtoût selon le degré d'avancement de la putréfaction, elle est de 4 à 6 litres.

Tel est donc mon liquide type, dans sa plus grande simplicité. — Le prix de revient pour une seule injection est à peu près de 8 frs.

Depuis un certain temps la glycérine par suite de son application très-étendue a considérablement augmenté de prix, j'ai donc dû par économie introduire quelques modifications dans la formule primitive de ce liquide, sans affaiblir cependant sa puissance conservatrice:

Ansi j'emploie en grand, avec un très-bon résultat, le liquide suivant: glycérine ambrée 100 k, alcool à 95 ° 20 k, acide phénique 5 k, acide borique cristallisé 5 k. L'alcool me revient à 0,90 centime le litre, mais dans les pays où il est très-cher, ou peut le remplacer par de l'eau simple. L'acide borique a des propriétés antiputrides considérables, comme l'a bien prouvé M. le Prof. Hertzen de Lausanne et son prix est peu élevé; malheureusement il est peu soluble dans l'eau, mais beaucoup plus dans la glycérine.

Tous les cadavres peuvent être injectés efficacement avec ce liquide, même les plus infiltrés et ceux dont la putréfaction a déjà commencée, mais les résultats sont infiniment meilleurs sur les sujets maigres et injectès 24 ou 48 heures après la mort.

Pour injecter un cadavre, le manuel opératoire est des plus simples. On l'injecte par l'aorte, si l'on désire pousser ensuite une injection solidifiable dans les artères, ou bien par une des carotides primitives. L'emploi d'une seringue est peu pratique, surtout si on a beaucoup de cadavres à injecter.

En effet, la densité du liquide étant assez considérable, il faut employer une certaine force, mais alors les artères ce déchirent surtout chez les vieillards dont les artères sont souvent athéromateuses, le liquide s'epanche dans les tissus, s'absorbe difficilement et la conservation en souffre. — J'ai donc rénoncé aux seringues et j'inventais un petit appareil d'injection très-simple qui a des très-grands avantages.

Un récipient en fer étamé est fixé au plafond par une poulie, à deux mètres au dessus de la table sur laquelle sont déposés les cadavres, il peut être élevé ou abaissé sur la poulie à l'aide d'une corde, sa capacité est variable et son fond s'allonge sous forme d'entonnoir terminé par une ou deux tubulures de 5 cm de longueur sur lesquelles sont fixées des tubes en caoutchouc de 2 m 25 cm de longueur, terminés

par un robinet s'adaptant à frottement avec les canules. Pour pouvoir observer l'écoulement du liquide, ces tubes sont interrompus dans un endroit et remplacés par un tube en verre.

Pour injecter un ou deux cadavres à la fois, on fixe solidement la canule dans la carotide primitive en ayant soin de faire la ligature du bout supèrieur, on verse le liquide dans le récipient et on le soulève à la hauteur voulue. — Le liquide descend rapidement dans le tube en chassant l'air, on introduit le robinet dans la canule et on l'ouvre petit à petit. — L'injection se fait doucement et très-régulierement par la pression de la colonne de liquide.

En soulevant ou abaissant le récipient on peut graduer la pression à volonté, selon la nature du sujet et observer toujours la vitesse de l'écoulement du liquide, par la partie transparente du tube.

Avec ce système point de déchirure vasculaire, l'injection pénètre graduellement dans les capillaires ce que l'on peut constater par des marbrures et arborescences foncées de la peau, qui se confondent, s'égalisent et finissent par disparaître.

L'opération dure en moyenne de 20 à 25 minutes, elle se fait toute seule. — Un aide peut faire l'injection des plusieurs cadavres dans une heure on deux.

Les cadavres ainsi injectés peuvent rester exposés à l'air libre pendant plusieurs mois sans présenter la moindre trace d'altération. Même les cadavres qui ont déjà subi un commencement de putréfaction, reviennent en quelque sorte, et le progrès de décomposition s'arréte immédiatement.

Ces cadavres conservent une coloration tout-à-fait normale des tissus et en gardant la souplesse et l'élasticité, sont éminemment favorables aux dissections. Les muscles conservent une belle teinte rouge, même s'ils sont exposés à l'air pendant longtemps. L'élève peut laisser sa préparation commencée depuis longtemps, sans y toucher et peut être sûr de trouver toujours sa pièce non altérée; avantage précieux pour des recherches longues et minutieuses qui exigent beaucoup de temps.

Les préparations anatomiques disséquées sont donc inaltérables pendant longtemps, mais il est évident que privées de la peau et surtoût de l'épiderme elles finissent par se dessécher par évaporation,

qui quoique lente, ne se fait pas moins. — Mais il y a un moyen bien simple pour obvier à cet inconvenient. Il faut soigner sa pièce, il faut absolument chaque fois que l'on n'y travaille pas badigeonner la pièce avec un pinceau trempé dans la glycérine phéniquée, et l'envelopper avec un linge légérement mouillé dans l'eau ou d'une toile imperméable.

Avec cette simple précaution la pièce garde toutes ses qualités pendant très-longtemps, peut être achévée et étudiée d'une manière complete et servir aux démonstrations pendant des mois entiers.

Ce que je viens de dire à propos des pièces anatomiques, s'applique également pour les cadavres entiers, si on veut les garder un certain temps avant de les livrer aux dissections. — Les cadavres injectés sont enveloppés complètement dans des couvertures de laine trempées dans une faible solution d'acide arsénieux (5 $^0/_0$) que l'on rénouvelle à fur et à mesure de son évaporation.

Les sujets conservés par se procédé peuvent être disséqués aussi bien pendant les chaleurs de l'été que pendant l'hiver, avantage précieux pour les Écoles de Médecine des pays chauds où il est presque impossible de disséquer serieusement.

Sans affirmer d'une manière absolue que les piqûres anatomiques produites par les instruments qui ont servi aux dissections des sujets conservés sont complètement exemptes de danger, je dois dire cependant qu'en voulant essayer d'abord sur moi-même, je me suis inoculé quatre fois les différents liquides cadavériques, que je me suis blessé accidentellement maintes fois, sans jamais constater le moindre accident.

Aujourd'hui je suis plus affirmatif, car depuis 20 ans que tous les sujets à l'École Pratique de Paris et dans beaucoup d'autres Facultés, sont conservés par ce procédé, on n'a pas constaté une seule piqûre suivie d'accident et cependant sur un millier d'étudiants qui dissèquent chaque année, il n'y en a pas un seul qui ne se soit blessé plusieurs fois pendant ses travaux anatomiques.

Il est utile d'ajouter que les sujets ainsi injectés n'exhalent aucune odeur désagréable, je dirai même que l'acide phénique en se volatilisant produit une véritable désinfection des salles de dissections.

Grâce aux nombreux avantages que présente cette méthode, elle a été expérimentée et adoptée depuis 16 ans à l'École pratique de

Paris et dans beaucoup d'autres Facultés de Médecine et elle rend de grands services au point de vue de l'économie des sujets et de la sécurité des élèves.

Le même liquide conservateur légérement modifié peut être encore employé avec grand avantage non seulement pour la macération des pièces anatomiques comme nous le verrons plus loin, mais aussi des cadavres entiers que l'on désire conserver.

On remplit une cuve en bois suffisament grande, de moitié avec le liquide suivant: glycérine 100, acide phénique 10, eau simple 20, sublimé corrosif 0,50, et on plonge les cadavres entiers ou ouverts dans ce bain pendant 6 ou 8 jours, ensuite on les sort et après les avoir égouttés sur une planche trouée, adaptée à la cuve, on les livre aux dissections.

Il y a encore un autre mode d'emploi pour ce liquide qui peut être très-précieux. Je veux parler de la conservation provisoire pour l'étude ultérieure, des collections zoologiques récueillies dans les expéditions et les voyages scientifiques.

Tous le monde sait avec quelles difficultés ont à lutter les zoologistes pour conserver intactes et inaltérés les collections zoologiques des animaux les plus delicats récueillis dans les voyages de long cours, pour pouvoir se livrer ensuite à une étude sérieuse et minutieuse.

Généralement on emploie encore l'alcool additionné d'une petite proportion d'arsénic et de bichlorure de mercure. Mais les animaux se déforment immédiatement, se ratatinnent par la coagulation de l'albumine et il est impossible de leur restituer la forme primitive.

L'alcool est d'un transport difficile et dangereux par son inflammabilité, il s'évapore rapidement surtout dans les pays tropicaux où il fait souvent éclater les vases qui le contiennent et dissout les résines et les mastics des couvercles.

La glycérine phéniquée à 5 %, additionnée d'un quart de son volume d'eau simple ou d'eau de mer, conserve admirablement et indéfiniment les organismes les plus fragiles et les plus petits sans leur faire subir la moindre altération. Nous faisons conserver nos plus belles préparations microscopiques, les coupes les plus fines, les tissus les plus transparents, dans la glycérine additionnée d'une goutte d'acide osmique.

Ce liquide ne s'évapore pas, on peut le transporter dans des petits tonneaux, il ne s'enflamme pas; grâce à sa densité il ne ballotte pas beaucoup. Les animaux plongés dans ce mélange pendant des années entières et lavés simplement dans l'eau distillée reprennent rapidement le volume, la couleur et la mollesse primitive des tissus, sans la moindre trace d'altération. Ils peuvent être disséqués, colorés, examinés au microscope, comme s'ils venaient d'être immédiatement sacrifiés.

Aucun autre liquide n'est pas capable de donner des pareils résultats.

Je crois donc que je suis en droit de penser que mon procédé de conservation réalise un progrès reél, propre à faciliter singulièrement les études anatomiques sur l'homme et les animaux.

Chapitre III.

De la conservation des pièces anatomiques pour les Musées et les Collections.

La nécessité de conserver pour longtemps les pièces anatomiques, se fait vivement sentir depuis le moment où l'on a commencé à enseigner l'anatomie d'une manière régulière.

La difficulté de se procurer toujours un nombre suffisant de cadavres, le besoin qui dans l'enseignement exige beaucoup de pièces pour la démonstration, le regret de voir des préparations râres disparaître sans retour et enfin l'obligation de créer des collections qui doivent servir à l'enseignement constant des élèves; ont obligés tous les anatomistes de se préoccuper de cet important sujet. Mais la tâche était difficile et les obstacles semblaient insurmontables.

Presque chaque anatomiste avait son procédé particulier, mais tous ces procédés n'avaient, qu'un succès passager.

Les anciennes méthodes ont disparu et de ces fameuses préparations il ne reste point de traces.

En effet que voyons nous même actuellement dans la plupart de nos musées anatomiques? Des pièces conservées dans l'alcoöl et des préparations sèches.

Je n'ai pas besoin de m'étendre longtemps sur ces deux méthodes de conservation, mais comme on n'en connaissait pas d'autres force était de les appliquer.

Et cependant à quoi servent les pièces sèches qui encombrent les vitrines? Les muscles décolorés, deplacés, réduits à un volume insignifiant des membranes transparentes. Les artères ou les veines distendues considérablement par une injection, étirées, avec des rapports absolument faux serpentent dans le vide produit par la dessiccation et le retrait des muscles. Quant aux nerfs on peut dire qu'il n'en existent pas, car les filaments peints en blanc avec le trajet et la terminaison absolument fantaisiste, ne ressemblent en rien à la réalité. Les centres nerveux, les organes de sens et les organes parenchymateux sauf quelques rares exceptions, ne sont point représentés.

La même remarque s'adresse aux préparations des articulations qui ne représentent absolument rien que le squelette.

Ce sont des vrais produits de l'industrie humaine, monuments de patience et d'habilité, mais leur utilité au point de vue de l'enseignement est illusoire.

L'emploi de la glycérine phéniquée a ouvert une ère nouvelle et féconde pour la conservation des pièces anatomiques. Les résultats sont vraiment extraordinaires, et en même temps le manuel opératoire d'une grande simplicité. Toute pièce faite par n'importe qui, bien ou mal disséquée peut être conservée en gardant tous les attributs des préparations fraiches. Point d'étendage long et pénible pour opérer la dessiccation, point des centaines de crochets et de fils, point de vernis et de peinture. La pièce conservée est absolument dans l'état, où elle se trouve immédiatement après sa dissection.

En effet elles conservent le volume normal des parties, la couleur primitive des tissus, les rapports exactes des éléments constitutifs et surtout la mollesse et la flexibilité des organes qui permettent de déplacer et d'étudier toutes les couches dont la préparation est composée. Les muscles et les articulations sont mobiles et les ligaments conservent la coloration blanche nacrée qui est propre au tissu fibreux.

Elles présentent une grande résistance, ne se détériorent pas facilement, se conservent à l'air libre et peuvent étre manipulées par les élèves comme des pièces en caoutchouc.

Ces grands avantages rendent ces préparations inappréciables pour l'étude soit comme modèles pour les dissections, soit comme sujets de démonstration aux cours, car elles ont tous les attributs

des pièces fraiches et peuvent être confiées aux élèves sans crainte de détérioration.

Cette méthode de conservation peut être appliquée aux membres entiers, aux régions les plus fournies de parties molles aussi bien qu'aux organes parenchymateux, comme le poumon, le coeur, le foie, la rate, le cerveau, ainsi qu'aux organes creux comme l'estomac, les intestins, la vessie etc.

C'est en comparant nos préparations avec les pièces sèches qui encombrent les musées que l'on voit l'insuffisance et les défauts de ces dernières au point de vue de leur utilité pratique.

Nous connaissons actuellement, grâce aux découvertes remarquables de Pasteur, de Koch et d'autres la cause première de la fermentation putride. „Si les êtres microscopiques, dit Pasteur, disparaissaient de notre globe, la surface de la terre serait encombrée de matières organiques et de cadavres de tout genre, animaux et végétaux, ce sont eux qui donnent à l'oxygène de l'air les moyens de les brûler, de les transformer et préparent une vie nouvelle".

L'air atmosphérique contient une quantité infinie de germes des organismes microscopiques animaux et végetaux, des mucédinées, d'infusoires monas, de bactéries, de vibrions etc. Ces germes sont déposés sur la matière organique et commencent leur évolution laquelle a pour effet d'absorber l'oxygène de l'air; pour le fixer ensuite sur cette matière et lui faire subir ainsi les véritables phénomènes de la combustion lente.

Mais ces organismes oxydants ne sont pas les seuls qui travaillent aux mouvements polymorphiques de la matière morte.

D'autres micro-organismes apportent à sa destruction les qualités spéciales des ferments. Ce sont le vibrion linéola, baccillus putride etc. dont l'atmosphère dépose les germes sur les corps morts. Ces organismes qui vivent sans oxygène libre, que l'oxygène libre fait même périr, dégagent cependant cet élément des composés animaux, lesquels se trouvent ainsi dissociés et entrent alors dans des combinaisons nouvelles.

Ces êtres de fermentation ne sont pas les seuls agents de la destruction des organismes morts. — Pour produir leurs effets il leur faut opérer sur un terrain humide, c'est à dire en présence de l'eau.

Mais les cadavres même complètement desséchés, ne sont pas cependant complètement à l'abri de la destruction. Des insectes coléoptères, des mites et d'autres, viennent à leur tour pour les atteindre.

La conservation des préparations anatomiques doit donc satisfaire à plusieurs conditions: soustraire la plus grande quantité d'eau des tissus en rendant ainsi le terrain moins favorable au développement des bacteries et les préserver par une substance appropriée contre l'action des micro-organismes et les attaques des insectes.

Je crois que les préparations anatomiques conservées par mon procédé réalisent toutes ces conditions, car non seulement elles sont imputrescibles, mais même exposées à l'air libre pendant plusieurs années, elles ne se couvrent jamais de moisissures et les insectes chassés par l'odeur d'acide phénique, ne viennent jamais déposer les oeufs, qui pourraient ensuite faire leur évolution.

Manuel opératoire.

Mon procédé de conservation s'adresse naturellement aux parties molles des cadavres, mais je veux dire également quelques mots à propos de la méthode de la préparation des pièces d'ostéologie et d'ostéogénie.

Je ne veux par décrire en détail les appareils très-compliqués et fort chers qui fonctionnent dans plusieurs laboratoires, à Vienne, à Graz, à Genève etc. pour préparer les os en grand.

Le principe est le suivant: Les os préalablement dépourvus plus ou moins exactement des parties molles, sont macérés pendant un certain temps dans des cuves en bois doublées de zinc, remplies d'eau, dans laquelle on fait barbotter un courant de vapeur surchauffée, qui se dégage d'un génerateur, ensuite on les sort, on les lave à l'eau froide, qui finit par enlever d'une manière complète tout ce qui pouvait rester de parties molles.

On les place ensuite dans un autre reservoir où ils sont exposés seulement à l'action seule de la vapeur qui liquefie la graisse et la moëlle, et facilite leur élimination.

Après cette opération on lave les os avec une faible solution de potasse caustique et on les soumet à l'action prolongée des vapeurs de benzine.

A cet effet on les place dans un grand réservoir en cuivre rouge étamé, sur un diaphragme troué disposé à 10 centimètres au dessus du fond et on y verse une certaine quantité de benzine. On ferme alors hermétiquement ce réservoir et on le chauffe au bain-marie. Les vapeurs de benzine agissent sur les os à une certaine pression et dissolvent toute la graisse encore existant dans le tissu osseux, laquelle tombe au fond. Au bout de 8 ou 10 heures, l'opération est complètement terminée, on devisse le couvercle, on enlève les os, que l'on expose au soleil pour les blanchir. La même quantité de benzine peut servir pour plusieurs opérations.

Les os ainsi préparés sont très-beaux, très-légers et ne jaunissent pas à la longue. Les avantages principaux de cet appareil, est que l'on peut préparer une grande quantité d'os, dans un espace de temps relativement très-court.

On sait combien il est difficile de préparer des belles collections d'os du foetus, dans les différentes périodes de leur développement, si indispensables pour l'étude d'ostéogénie.

Je prépare des quantités considérables de ces pièces d'une beauté exceptionelle et d'une blancher irréprochable par le procédé suivant.

Les petits squelettes de foetus sur lesquels on a enlevé grossièrement les parties molles, sont macérés dans des cuvettes en verre remplies d'eau et placés dans des armoires fermées, ou dans des endroits absolument obscurs.

Cette dernière précaution est indispensable pour la beauté des préparations, car les rayons du soleil facilitent la production du chlorophylle dans les nombreuses algues qui se développent rapidement dans l'eau de la macération. Or, le chlorophylle même après la destruction des algues, s'infiltre dans toutes les fissures et les interstices des os, les colore fortement d'abord en vert, et laisse ensuite des tâches noirâtres que le soleil est impuissant à faire disparaître.

On rénouvelle l'eau de temps en temps et l'on surveille attentivement le moment où les os se désagrègent et se séparent des cartilages et des parties fibreuses. On les arrache alors avec beaucoup de précaution à l'aide d'une pince, des parties molles, ayant soin de s'assurer qu'on n'a rien laissé, on les brosse avec un pinceau, dans un faible filet d'eau et on les place dans un bocal pourvu d'une large tubulure

fermée avec un fort bouchon en caoutchouc percé au centre d'un trou dans lequel est adapté un tube en verre qui plonge au fond. — Le bocal est rempli de moitié d'eau et par le tube on fait passer dans l'eau quelque centimètres cubes d'acide sulfureux liquide. Cet acide fabriqué par le procédé du Prof. Raoul Pictet se vend dans le commerce dans des siphons, absolument comme l'eau de selz artificielle. On n'a par conséquent qu'adapter un tube en caoutchouc sur le tube et le robinet du siphon et presser la détente. Ce liquide barbotte dans l'eau, se dissout en partie, et se volatilise immédiatement en saturant l'air contenu dans le bocal. Au bout de 24 ou 48 heures on sort les os, on les lave plusieures fois avec le savon noir et on les expose au soleil.

Le lavage avec le savon noir doit être répété deux ou trois fois pour obtenir la blancheur éclatante et un poli qui rappelle la porcelaine.

L'acide sulfureux est un agent qui possède une puissance décolorante au plus haut degré.

La préparation des os d'adulte est identique, sauf qu'elle n'exige pas autant des précautions que les os du foetus. Il faut seulement avoir soin de choisir les os d'individus encore jeunes et les moins gras possible. — La macération dans l'eau doit être prolongée plusieurs mois, toujours dans l'obscurité.

Pour blanchir ces os, on peut passer un courant d'acide sulfureux dans la même cuve de macération. La quantité d'acide qui se dissout dans l'eau est suffisante pour cette opération. — Les lavages repétés avec le savon noir et l'exposition prolongée au soleil, complètent l'opération qui donne d'excellents résultats.

Préparation et conservation des pièces anatomiques pourvues des parties molles.

La grande simplicité de mon procédé de conservation des pièces anatomiques et les avantages multiples qu'il présente pour l'étude de l'anatomie, lui ont valu l'approbation unanime des savants, car il resout un problème difficil, posé depuis si longtemps et réalise un réel progrès.

Le liquide employé pour la conservation des préparations anatomiques est le même que celui pour l'injection des cadavres. — Il se compose donc de glycérine ambrée à 28 ° 100, acide phénique cristallisé 5, acide borique crist. 5.

L'emploi d'acide borique n'est pas obligatoire, cependant les qualités antiseptiques de cet agent, prouvées par les expériences de Mr le Prof. Hertzen, m'ont engagé à l'incorporer dans ma solution, spécialement pour prévenir la décoloration des muscles.

Conservation des articulations.

Pour préparer et conserver une articulation quelconque, il faut la prendre autant que possible, sur les sujets encore jeunes dont les os sont durs, blancs et dépourvus d'une trop grande quantité de graisse. Les os poreux, jaunes et gras donnent des résultats moins brillants, mais on peut toujours les conserver.

La pièce prise sur le sujet conservé par une injection préalable ou non, est disséquée convenablement, on enlève ensuite, autant que faire ce peut, avec un long crochet la moëlle du canal central des os, on perce avec une pointe les extrémités spongieuses et on fait passer un courant d'eau à travers le canal pour enlever le sang et les débris de la moëlle. Ensuite on les trempe en macération dans l'eau additionnée d'une très-faible quantité de potasse caustique. Au bout de quelques jours lorsqu'on voit que la pièce est suffisament dégorgée de sang, on la sort, on la brosse convenablement sous un filet d'eau pour nettoyer les ligaments et enlever tous les détritus, on l'essuie avec un linge et on la plonge complètement dans le liquide conservateur.

La durée de cette macération varie selon le volume de la pièce, de 5 à 10 jours, ensuite on la sort et on l'égoutte convenablement. On constate alors que la pièce est racornie et qu'elle a perdu complètement sa mobilité, les parties fibreuses sont devenues dures, jaunes et transparentes car les ligaments et les cartilages ont perdu une grande partie d'eau qu'ils contenaient. Mais laissée à l'air libre pendant quelques jours, dans un endroit un peu humide, dans un sous sol, par exemple, elle reprend petit-à-petit une certaine quantité de vapeur d'eau de l'atmosphère, les ligaments redeviennent blancs,

nacrés, reprennent leur volume et la mobilité revient d'une manière complète.

On la malaxe dans les mains en faisant exécuter tous les mouvements, on complète la dissection pour enlever les parties inutiles et on la fixe sur une planchette.

Telles sont donc les manipulations dans toute leur simplicité.

Les articulations ainsi conservées gardent tout l'étendu des mouvements, les ligaments présentent une coloration blanche avec un reflet nacré, les cartilages et les fibro-cartilages conservent leur élasticité normale, la pièce ne se dessèche jamais, présente tous les avantages d'une préparation fraîche, et elle se maintient dans cet état indéfiniment.

Conservation des préparations anatomiques avec les muscles, les vaisseaux et les nerfs.

Dans mes préparations je donne la préférence aux pièces d'ensemble, car les pièces exclusives des vaisseaux ou des nerfs n'ont aucune signification pratique; mais je fais également des séries complètes de myologie.

Avant d'exposer la manière de faire pour conserver les pièces molles, je m'arrêterai un instant sur la nouvelle méthode d'injections vasculaires solidifiables, indispensables pour une bonne démonstration du système circulatoire, artères, veines, lymphatiques, conduits excréteurs des glandes etc.

Tout le monde sait combien il est difficile d'obtenir une bonne injection artérielle ou veineuse, avec les substances solidifiables que l'on emploi ordinairement. Toutes les masses à injection, dont la composition est très-variable, mais qui contiennent le suif, la cire, la parafine, le blanc de baleine, la térébenthine de Venise, et des matières colorantes dans des proportions variables, doivent être fondues et injectées chaudes dans les vaisseaux où elles se solidifient plus ou moins rapidement. Or il faut une foule de précautions pour obtenir une injection passable; il faut préalablement réchauffer le cadavre dans un bain chaud et pousser l'injection chaude d'un seul coup.

Pour peu qu'il existe un obstacle, une rupture, une fuite quelconque, le succès de l'opération est irrévocablement et definitivement com-

promise. Les injections partielles, sur des pièces détachées réussissent très-rarement, car il y a presque toujours des fuites, et il est matériellement impossible de recommencer.

M. le Prof. Teichmann de Cracovie a eu une excellente idée de remplacer toutes ces masses à injections, par un mastic de sa composition, soluble dans certaines substances et ensuite solidifiable. On fait cette injection à froid ce qui est déjà un avantage considérable, sa puissance de pénétration est si considérable qu'elle arrive facilement presque aux capillaires.

Toutes les pièces détachées et même coupées en plusieurs endroits peuvent être parfaitement injectées, car en poussant le piston de la seringue, on s'arrête sitôt que l'on aperçoit une fuite on fait la ligature et on continue toujours l'injection, on peut interrompre l'opération pendant plusieurs heures et la reprendre sans le moindre inconvénient. Les artères, les veines, les lymphatiques, les conduits excréteurs des glandes, les pièces partielles, les petits animaux, peuvent être injectés avec une grande facilité et avec une entière perfection.

J'ai expérimenté en grand cette méthode d'injection du Prof. Teichmann et je lui donne une préference incontestable sous tous les points de vue.

On prépare cette masse à injections absolument de la même manière que les vitriers préparent leur mastic.

On mélange convenablement la craie préparée et tamisée (carbonate de chaux lavé) avec la quantité suffisante d'une matière colorante quelconque, cinabre, bleu de Prusse, l'ocre etc. On triture ce mélange dans un mortier en y ajoutant une certaine quantité d'huile de lin cuite. Lorsque la masse devient uniforme, on y incorpore toujours par petites portions une nouvelle quantité de la poudre en pilonant fortement la masse jusqu'à ce qu'elle prenne une consistance suffisante pour ne pas coller au doigt. Quelques centimètres cube d'huile de lin cuite peuvent incorporer une très-grande quantité de la craie préparée mélangée avec la substance colorante.

On en fait alors des boules que l'on garde dans l'eau, ou enveloppées dans la toile cirée, toujours prêtes pour faire une injection.

Lorsqu'on veut pratiquer une injection on coupe avec le couteau mouillé, une portion de la masse et on la dissout dans de l'éther sul-

furique, surtout pour des petites injections, ou beaucoup mieux dans le Sulfure de carbone, de manière à obtenir une masse épaisse comme de la crême ou d'une consistance plus grande encore selon le calibre des vaisseaux que l'on veut remplir. On met cette masse dans une seringue ordinaire ou mieux dans une seringue dont la tige du piston est pourvue d'un pas de visse qui s'adapte avec le trou central du couvercle, on n'a alors que tourner le manche du piston pour pousser lentement, mais surement l'injection.

Cette masse se débarasse petit-à-petit de l'éther ou de sulfure de carbone par l'évaporation, durcie lentement et acquiert alors la consistance du bois.

Pour les préparations sèches cette masse ne laisse absolument rien à désirer, mais pour mes préparations molles et flexibles elle ne saurait convenir, car les vaisseaux ainsi injectés ne peuvent pas plier sans se rompre. J'ai dû donc chercher à rendre cette masse malléable et élastique et après plusieurs essais infructueux, j'ai eu l'idée d'incorporer dans la masse précitée une petite quantité de caoutchouc liquide, parfaitement soluble dans le sulfure de carbone, et j'ai obtenu un résultat complet, de sorte que les vaisseaux ainsi injectés présentent un certain degré d'élasticité en rapport avec les autres tissus de la pièce.

Je recommande donc cette masse à injection avec une entière conviction, car elle peut rendre de grands services.

Voici maintenant comment doit on procéder pour conserver les préparations anatomiques pour les Musées et les collections. On doit choisir autant que faire se peut des sujets encore jeunes, peu chargés de graisse et dont les muscles ne soient pas extraordinairement développés car ils sont trop durs et trop fortement colorés.

Une pièce suffisament disséquée, prise sur le cadavre injecté ou non, peu importe, est d'abord lavée à grande eau pour la nettoyer et lui enlever par une douce expression, tout le sang qu'elle peut encore contenir, ensuite on l'éponge bien et on la badigeonne avec un grand pinceau trempé dans l'alcool pour enlever l'excès d'eau qu'elle contient, et on l'essuie encore une fois avec l'éponge fine.

On la plonge alors en macération dans une cuve remplie de liquide conservateur. Je me sers d'une cuve rectangulaire en bois doublée d'une lame de plomb, suffisament grande pour contenir les pièces de

toutes dimensions. — Le liquide conservateur, une fois préparé dans la cuve, peut servir très-longtemps et conserver une grande quantité de pièces. Naturellement comme au debut il est très-concentré et ne contient point d'eau, la macération des pièces doit être moins prolongée que dans la suite, car ce liquide s'affaiblit à fur et à mesure qu'il soutire des pièces, la grande quantité d'eau qu'elles contiennent. Cependant ce liquide n'est jamais perdu; lorsqu'il devient trop chargé d'eau, on le filtre grossièrement à travers un filtre en feutre, on évapore dans un bain-marie l'excès d'eau, on ajoute de nouveau 5 % d'acide phénique et d'acide borique et il peut servir ainsi presque indéfiniment.

La durée de la macération dépend de la concentration du liquide, du volume de la pièce et de l'épaisseur des parties molles. Elle varie donc de 5 à 15 jours. Au bout de ce temps on sort la pièce et on la laisse égoutter à l'air libre, de préférence dans un endroit un peu obscure et humide.

En examinant la pièce à sa sortie de la macération on est frappé d'un phénomène qui est d'ailleurs facile à s'expliquer.

En perdant une grande quantité d'eau absorbée par la glycérine très-hygrométrique, la pièce est devenue dure, elle a perdu un tiers de son poids et de son volume. Les muscles sont devenus durs et très foncés, les tendons et les ligaments paraissent desséchés, transparents, jaunâtres et dépourvus absolument, ainsi que les articulations, de la souplesse et d'élasticité, mais exposés à l'air un peu saturé d'humidité, la glycérine qui a penetré par imbibition en déplaçant l'eau, dans tous les tissus, absorbe de nouveau de l'air une certaine quantité d'eau qu'elle fixe définitivement.

La pièce reprend alors petit-à-petit son volume primitive, son poids, sa souplesse et sa couleur, et redevient ce qu'elle était avant la macération, mais elle est définitivement conservée.

Pour donner à la pièce la forme et la disposition voulues, on malaxe fortement entre les doigts chaque muscle, on fait jouer toutes les articulations et on la badigeonne suffisament avec un pinceau trempé dans la solution conservatrice. On peut alors avec fruit compléter la dissection d'autant plus facilement que le tissu cellulaire devenu gonflé et ramolli, s'enlève avec une grande facilité par des simples tractions avec une pince. On fixe alors la pièce sur une planchette vernie.

La préparation ainsi conservée présente toutes les qualités des pièces fraîches, tous les tissus présentent le volume, la mollesse, l'élasticité et la couleur normales qu'ils gardent indéfiniment. — Lorsque la pièce est défraichie par des manipulations répetées ou l'exposition à la poussière pendant plusieurs années, on peut lui restituer ses qualités premières en la lavant avec le liquide conservateur à l'aide d'un gros pinceau.

On comprend facilement que ces pièces étant très-hygrométriques se mettent toujours en équilibre avec le degré de saturation de l'air. Tantôt elles perdent, tantôt elles gagnent de l'eau et comme la glycérine ne s'évapore pas, le même phénomène se répète toujours.

Lorsque la pièce se trouve exposée à l'air trop saturé de vapeurs d'eau celle-ci se condense à sa surface sous la forme d'une rosée et même de gouttelettes qu'il faut essuyer sur les planchettes, mais au bout d'un certain temps ce phénomène devient à peine appréciable.

C'est grâce à cette remarquable propriété de la glycérine que les pièces peuvent conserver indéfiniment leur volume, leur souplesse et leur élasticité.

Conservation du cerveau et de la moëlle épinière.

Conserver au cerveau son volume et sa couleur normale et lui donner en même temps la résistance qui lui manque, si nécessaire pour son étude si compliquée, de plus la possibilité de le garder à l'air libre, constituait un problème qui paraissait presque irréalisable. Nous verrons cependant que notre procédé un peu modifié pour cette circonstance, assure à la conservation des centres nerveux les mêmes avantages que ceux précédemment décrits en ce qui concerne les autres pièces anatomiques.

La substance cérébrale par son défaut de cohésion et par sa grande disposition au ramollissement putride très-rapide, opposait toujours une énorme difficulté dans l'étude approfondie de l'encéphale. On dirait que la nature a semé exprès toutes les difficultés d'investigation pour soustraire à la sagacité de l'homme cette partie de lui même, la plus délicate, la plus importante et en même temps la plus compliquée.

Mais il est constant que les difficultés loin de fatiguer et lasser

l'ardeur scientifique des hommes d'élite, semblent plutôt la stimuler et l'aiguiser.

Il y a vingt ans on connaissait fort peu de chose sur la structure intime de l'encéphale et la signification physiologique de ses diverses parties. Naturellement toute la pathologie cérébrale, ne pouvant pas s'appuyer sur des bases sérieuses anatomiques et physiologiques, était dans le domaine des hypothèses plus ou moins fantaisistes.

L'étude de la structure des centres nerveux a fait, pendant la dernière vingtaine d'années, infiniment plus de progrès, que pendant les siècles qui ont précédés cette époque. Eh bien, ce progrès a pu être réalisé grâce aux perfectionnement considérables apportés à la technique dans les récherches. Je le sais, cet important sujet est à peine ébauché mais les problèmes sont posés, le terrain est défriché et les jalons indiqués et la méthode expérimentale aidant on fera des progrès aussi sûrs que rapides.

La conservation du cerveau et les procédés de durcissement intéressent non seulement l'anatomiste, mais en même temps l'anthropologiste et le zoologiste, c'est pourquoi on cherchait depuis longtemps, la méthode de conserver et surtout de durcir le cerveau pour pratiquer des coupes indispensables pour son étude.

On emploie différentes substances pour conserver et durcir le cerveau, le plus fréquemment on se sert de l'alcool, qui conserve bien la substance cérébrale à condition, qu'on y laisse l'encéphale toujours submergé, car sitôt qu'on le sort au dehors, il sèche très-rapidement, se ratatine, change de couleur et devient absolument impropre à l'étude. La même remarque s'applique également à la conservation dans l'acide chromique, qui durcie bien, mais rend le cerveau très-friable et cassant, en outre il colore uniformement en jaune ses différentes parties et rend leur distinction impossible.

L'acide nitrique produit les mêmes effets de plus il donne au cerveau après la dessiccation une dureté ligneuse, le réduit de $^3/_4$ et rend les coupes absolument impraticable.

On obtient d'assez bons résultats en plongeant le cerveau entier dans la parafine chaude, qui l'inbibe complètement et lui conserve à peu près son volume après le refroidissement, mais il devient unifor-

mement transparent et on ne peut pas l'employer avec profit pour les recherches.

Il est évident que toutes les solutions susceptibes d'évaporation, qu'on emploira dans ce but, donneront invariablement les mêmes résultats.

Voici maintenant le procédé que j'emplois avec un résultat excellent.

L'encéphale fraichement extrait du crâne que l'on ouvre avec le marteau ou mieux avec une scie, est lavé rapidement sous un faible filet d'eau, on le place alors dans une cuvette en verre remplie d'un liquide de la composition suivante: eau 100, alcool à 95 ° 20, acide borique 5, et on procède dans ce liquide à l'opération très-délicate d'enlevement de la pie-mère et de l'arachnoide, avec des pinces, ayant grand soin de ne pas arracher l'origine apparente des nerfs. Si on trouve quelques difficultés dans cette opération particulièrement au niveau du bulbe, il est préférable de laisser des lambeaux des membranes qui deviennent ensuite transparentes et ne gênent pas beaucoup l'observateur.

Après cette décortication, on plonge le cerveau en macération dans un autre vase rempli d'alcool saturé de chlorure de zinc, en ayant soin de mettre au fond une épaisse couche de ouate pour prévenir la déformation de la surface convexe de l'encéphale. Cette macération doit-être prolongée 5 à 6 jours pour donner une certaine dureté à la substance cérébrale. C'est alors que l'on fait subir à l'encéphale la seconde macération de 15 à 20 jours, dans mon liquide conservateur ordinaire. Cette opération se fait sans aucune précaution, car le cerveau plonge dans ce liquide sans tomber au fond, il ne peut donc pas subir aucune déformation. On le sort, on le place sur une couche de crin et d'ouate disposée sur une assiette et on le laisse égouter à l'air libre.

L'encéphale ainsi conservé, garde absolument son volume et sa couleur, il présente la résistance et l'élasticité qui rappelle la caoutchouc, il n'est par cassant, on peut même violemment écarter les circonvolutions et d'autres organes, sans les rompre. Jetté sur une table il rebondit. Les différentes colorations de la substance blanche et grise sont nettement tranchées, on peut faire très-commodement toutes les coupes qui se gardent des années à l'air libre sans altération et la

structure microscopique n'est nullement modifiée. On peut donc les avoir toujours à sa disposition en les mettant sous une cloche en verre, pour les garantir seulement de la poussière.

Ces encéphales conservés ainsi depuis plusieurs années et plongés dans l'eau pendant quelques heures, reprennent leur état primitif à tel point que les anatomistes expérimentés peuvent se tromper, les croyant fraîchement sortis du crâne.

Cette conservation est extrêmement précieuse pour la démonstration aux cours, pour faire des coupes que l'on peut garder, et même pour les recherches microscopiques, car la coloration avec le picrocarminate d'ammoniaque ou le violet d'aniline n'est nullement entravée.



Nouvelles universitaires.[1]

Dr. C. Bohr, früherer Assistent von Panum, ist an dessen Stelle zum Professor der Physiologie an der Universität Kopenhagen ernannt worden.

[1]) Nous prions instamment nos rédacteurs et abonnés de vouloir bien nous transmettre le plus promptement possible toutes les nouvelles qui intéressent l'enseignement de l'Anatomie et de la Physiologie dans les facultés et universités de leur pays. Le „Journal international mensuel" les fera connaître dans le plus bref délai.

Druck von Leopold & Bär in Leipzig

Contribution à l'étude des Entéropneustes.

Recherches anatomiques sur le Balanoglossus sarniensis (Nov. sp. [1])

par le

Dr. R. Kœhler,

chargé d'un cours complémentaire de Zoologie à la Faculté des Sciences de Nancy.

(Avec Pl. IV—VI.)

L'espèce de *Balanoglossus* qui fait l'objet de ce travail n'a pas encore été décrite. Je l'ai découverte au mois d'Août 1885 â l'île de Herm, située près de Guernesey, au milieu de sables coquilliers qui forment une plage très-étendue sur la côte occidentale de l'île.

L'île de Herm, située à 5 Kil. à l'Est de Guernesey dont elle est separée par un étroit chenal, *le petit Russell*, où la mer présente des courants extrêmement violents, n'a guère que 3 Kil. de long sur un de large. La côte, taillée à pic à l'Est et au Sud s'abaisse au contraire en pente douce vers l'Ouest et le Nord. La mer, en se retirant, laisse à découvert sur la côte occidentale, une immense plage qui s'étend au moment des grandes marées, jusqu'à une distance d'un Kilom., ce qui fait que les contours de l'île sont bien différents suivant que la mer est haute ou basse. Cette plage présente un sable coquillier renfermant de très-nombreuses espèces de coquilles rejetées en cet endroit par les courants très-violents aux environs de Herm. Dans ce sable vivent de très nombreuses espèces animales qui font de cette plage un endroit remarquable et bien digne d'intérêt pour le zoologiste. Parmi les nombreuses espèces animales que j'y ai rencontrées, je citerai d'abord

[1]) Les principaux résultats consignés dans ce travail ont été communiqués à la Société des Sciences de Nancy le 15 Janvier 1886.

l'*Amphioxus* qui parait y être très-abondant et dont j'ai vu de nombreux individus en remuant le sable à la bêche. Je mentionnerai particulièrement, parmi le Vers: *Glycera alba*, *Clymene lombricoïdes*, *Arenia cruenta* et *fragilis*, *Leiocephalus coronatus*, *Terebella conchilega*, *Sabella pavonina* et *arenilega*, *Aricia Cuvieri*, *Sthenelaïs Edwardsii*, et *Choetopterus Valencinii* qu'on rencontre presque à chaque pas, et dont il est très-facile de recueillir de beaux échantillons dans le tube desquels j'ai trouvé son curieux commensal, l'*Harmothoe Malmgreni*; parmi les Echinodermes: *Spatangus purpureus* et *Echinocardium flavescens*, ce dernier de grande taille, dont on reconnait facilement la place grâce aux petits cônes de sable qui les recouvrent, et *Synapta inhaerens*, auxquels j'ajouterai *Asterias glacialis*, *Cribella rosea* et *Comatula rosea*, qu'on trouve sous les pierres; parmi les Zoanthaires: *Edwardsia Harrassii*, *Bunodes gemmacea*, *Peachia undata*; parmi les Crustacés: *Callianassa subterranea*, *Gebia deltura* et *Thia polita* et enfin parmi les Mollusques: *Natica Alderi*, *Lutraria oblonga*, *Solcurtus candidus*, *Tellina squalida*, *Solen ensis* et *vagina*, *Psammobia ferroensis*, *Pectunculus glicyremis*, et *Mya arenaria*, etc.

C'est dans ce sable coquillier que je trouvai une nouvelle espèce de Balanoglossus. Les individus se rencontrent dans toute l'étendue de la plage, mais ne paraissent pas s'y montrer en grande abondance, car en remuant à la bêche le sable pendant deux heures, c'est-à-dire pendant tout le moment de la basse mer, je n'en rencontrais que deux ou trois échantillons. Rien en effet n'indique à l'extérieur la présence du Balanoglossus dans le sable, qu'il faut remuer sur une grande étendue pour en découvrir un échantillon. Comme d'ailleurs les communications avec l'île de Herm ne sont pas faciles, les courants violents qui règnent autour de l'île ne permettant aux pêcheurs d'y aller à la voile que par des temps très-favorables, et les services à vapeur étant peu nombreux, il ne m'a pas été permis de recueillir un grand nombre d'échantillons de cette bête intéressante, mais j'en ai cependant capturé une dizaine, dont j'espérais bien tirer profit à mon retour en France.

Le Balanoglossus de Herm (Pl. V. fig. 12) est très long et d'assez forte taille. Comme il est extrêmement mou et que son corps est toujours allongé et jamais pelotonné sauf à l'extrémité postérieure, il ne m'est jamais arrivé de recueillir un seul échantillon entier. Le dessin

que je donne (fig. 12) a été représenté d'après trois tronçons distincts d'un même individu, et comme il est dessiné grandeur naturelle, on voit que sa longueur était d'environ 35 centimètres. Mais je suis persuadé que certains individus peuvent atteindre une plus grande taille, car j'ai recueilli des morceaux de tube digestif remplis de sable, correspondant au segment situé au delà des appendices hépatiques, qui avaient près de 40 centimètres de longueur. La largeur de mes échantillons est d'un centimètre environ au niveau du collier.

La trompe conique, d'un centimètre et demi de longueur quand elle est étendue, offre une couleur jaune vive. La portion suivante du corps, jusqu'à la région hépatique, est d'une couleur orange foncée, qui passe au vert foncé au niveau de la région hépatique. La couleur verte se prolonge au delà du point où les coecums hépatiques disparaissent, puis se perd peu à peu, et la dernière portion du corps, sur une longueur de dix à vingt centimètres, est tout à fait incolore.

Le collier a une longueur d'un centimètre. Son bord antérieur est mince et festonné, et son bord postérieur n'est séparé du reste du corps que par un léger sillon transversal. La région du corps qui suit le collier est assez profondément excavée sur la face dorsale ; la gouttière qu'on y observe, très-marquée au delà de la région branchiale, s'atténue peu à peu en arrière et disparait vers la région hépatique où le corps est à peu près cylindrique. Les lobes latéraux qui limitent l'excavation dorsale ne sont pas très-développés dans mon espèce. On ne leur trouve jamais sur les coupes transversales un développement analogue (Pl. VI. fig. 25 et 26) à celui qu'ils prennent chez le *B. Claviger*, à en juger par les figures du mémoire de Kowalevsky (Pl. III. fig. 12). Le contour de mes coupes est analogue à celui de la coupe transversale fig. 11 du mémoire de Spengel [1]).

La région branchiale s'étend sur une longueur d'un centimètre et demi. Elle présente, sur la face dorsale, une proéminence en forme de triangle allongé, dont le sommet est dirigé en arrière, et limitée de chaque côté par un léger sillon ; elle offre en son milieu un sillon plus profond, duquel partent latéralement de petites rides transversales peu accusées, plus nombreuses que les lignes de séparation des anneaux du corps.

[1]) Mittheilungen aus der Zoologischen Station zu Neapel. V. Bd. 4. Heft.

Les coecums hépatiques au nombre d'une quarantaine, sont de simples diverticules de la paroi intestinale, et sont indépendants les uns des autres.

La région postérieure est irrégulière et plus ou moins bosselée suivant la quantité de sable grossier qu'elle renferme, et qu'on aperçoit par transparence à travers la paroi du corps. Sur les lignes médianes dorsale et ventrale, il existe, à partir de la région hépatique, un épaississement longitudinal qui indique la place des nerfs et des vaisseaux sous-jacents.

Cette espèce de *Balanoglossus* sécrète, comme toutes les espèces du même genre, une grande quantité de mucus. On sait que ce mucus présente en général une odeur très marquée, odeur qui varie avec l'espèce. Ainsi, un Balanoglossus trouvé par Giard aux îles des Glénans en face de Concarneau, le *B. Robinii* sécrétait un mucus communiquant à l'alcool une forte odeur de rhum. Chez les individus de Herm, ce mucus présente une forte odeur d'iodoforme, aussi pénétrante et aussi tenace que celle de cette dernière substance. Après avoir manié ces Balanoglossus, mes mains, même après plusieurs lavages, conservaient encore au bout d'un jour cette odeur désagréable. Sur des échantillons dont l'alcool a été changé plusieurs fois, je retrouve encore des traces de la même odeur.

Bateson dans un récent travail sur le développement du B. Kowalevskii, signale aussi une espèce qui présente la même odeur d'iodoforme, et qu'il a trouvée dans la baie de Chesapeake, en Amérique. Son espèce est-elle identique à la mienne? Je ne le sais pas, car non seulement il n'en donne pas les caractères, mais il ne dit pas non plus dans quelle station il l'a trouvée. S'il se trouve que mon espèce est identique à la sienne, il conviendra de donner au Balanoglossus de Herm le nom de *B. Brooksii* qui est celui appliqué par Bateson à ses échantillons; mais si les deux espèces sont différentes, ce qui est probable car l'odeur d'iodoforme peut appartenir a plusieurs formes distinctes, je proposerai pour mon espèce le nom de *B. sarniensis* qui indique la localité dont elle provient et que je lui conserverai pour le moment [1]).

[1]) Pendant que ce travail était à l'impression j'adressais à l'Académie des Sciences de Paris une note dans laquelle je décrivais les caractères du *Balanoglossus*

N'étant par suffisamment bien installé pour étudier mon Balanoglossus à Guernesey, j'ai dû me contenter de conserver mes échantillons dans de l'alcool absolu, plusieurs fois renouvelé. J'ai regretté en étudiant certains tissus de n'avoir pas de pièces traitées à l'acide osmique; mais, en général, les éléments étaient suffisamment bien conservés pour permettre une étude anatomique d'un animal aussi intéressant et, jusqu'à présent, aussi rare que le Balanoglossus.

J'ai donc débité mes pièces en coupes transversales et longitudinales, horizontales et sagittales, les dissections n'étant pas possible sur des animaux conservés dans l'alcool absolu et d'ailleurs en trop petite nombre pour permettre ce genre de recherches.

---

sarniensis et résumais mes recherches sur l'anatomie de cet animal. Après la publication de cette note, M. Pouchet, reconnaissant d'après ma description qu'il s'agissait d'une espèce qu'il avait déjà vue, a annoncé à l'Académie que cette espèce avait déjà été trouvée à Concarneau et était l'une de celles que Giard à nommées *B. salmoneus* et *Robinii*.

J'ai déjà fait remarquer à cet égard qu'il n'avait jamais été publié de description des *Balanoglossus* de Concarneau. Barrois et de Guerne, dans leur note sur la faune de Concarneau, annoncent la découverte d'un *Balanoglossus* qu'ils ne font qu'indiquer. Giard dans une note publiée en 1882 (Comptes Rendus), reconnait deux espèces distinctes: „Elles diffèrent, dit-il, à première vue par la largeur et la couleur de la région branchio-génitale. L'une est d'un jaune orangé dans le sexe mâle, d'un jaune grisâtre chez la femelle, d'un brun clair chez l'animal immaturé: je l'appelerai *B. Robinii.* La deuxième espèce, un peu plus grêle que la première et beaucoup moins large dans la région thoracique, présente dans les deux sexes une couleur saumonée; je lui donnerai le nom de *B. salmoneus.* . . . . Rien n'est plus facile que de découvrir leur gîte, grâce au tortillon de sable d'une forme particulière qui en couvre l'issue . . . L'animal est couvert d'un mucus à odeur très-spéciale.“ (Giard dit dans les Comptes Rendus du congrès de l'association française tenu à la Rochelle que le B. Robinii secrète un mucus à odeur de rhum).

On m'accordera, je suppose, que dans ces quelques lignes il n'y a pas d'indications suffisantes pour permettre de reconnaître un animal. De plus je n'ai jamais remarqué le tortillon de sable qui permet de découvrir les Balanoglossus à Concarneau, circonstance que je regrette d'ailleurs, car elle m'eût épargné bien du temps. L'odeur d'iodoforme si caractéristique, si difficile à confondre avec une autre, n'est pas non plus indiquée. Giard ne parle d'ailleurs qu'incidemment des Balanoglossus dans sa note qui avait surtout pour objet l'étude d'un commensal de ces animaux.

Dans ces conditions, j'étais parfaitement en droit de considérer mon espèce comme nouvelle et de lui donner un nom. Je reconnais volontiers qu'on a pu la voir à Concarneau. Mais comme ce travail a surtout pour objet une étude anatomique du Balanoglossus, il suffit que l'on sache que l'espèce peut se trouver ailleurs qu'à l'île de Herm. Ce qui est important, c'est que l'on possède des figures exactes, et une description suffisamment complète d'échantillons pris dans des localités bien connues où l'on pourra toujours les retrouver, de manière avoir des éléments certains de détermination et de comparaison.

Les pièces sortant de l'alcool absolu ont été colorées, les unes au carmin aluné, les autres au carmin boracique, puis inclues dans le collodion durci ensuite par le chloroforme, procédé encore trop peu employé et qui donne d'excellents résultats.

J'étudierai successivement la trompe et les nombreux organes placés à sa base et dans le collier, le système nerveux, le tube digestif et la paroi du corps, le système circulatoire, l'appareil respiratoire et les glandes génitales.

Il ne sera question dans ce travail que du *B. sarniensis.* J'ai fait aussi de nombreuses coupes du *B. minutus*, venant de la station zoologique de Naples. Mais cette espèce devant être étudiée complètement par Spengel, je n'ai utilisé les préparations qu'elle m'a fournies que comme points de comparaison, et je n'en parlerai pas souvent dans l'exposé de mes recherches.

Trompe. La trompe offre d'abord une couche de cellules épithéliales qui, très-épaisse à la base de cet organe où elle atteint 0,15 mm s'amincit un peu sur les faces latérales où elle conserve une épaisseur à peu près constante, jusqu'à l'extrémité antérieure de la trompe. Sauf en un point parfaitement déterminé du pédoncule qui la relie au collier, sur le côté duquel il offre une invagination formant le canal découvert par Spengel, l'épithélium de la trompe est absolument continu sur toute son étendue. Les orifices décrits par Kowalevsky, l'un à l'extrémité antérieure, l'autre sur la face ventrale de la trompe, orifices dont l'existence avait aussi été admise par Agassiz, n'ont été retrouvés ni par Spengel, ni par Bateson, qui en nient formellement l'existence. J'ai recherché sur mes coupes ces orifices avec beaucoup de soin et je n'en ai pas trouvé de traces. C'est donc un fait sur lequel il n'y a plus de doutes à avoir, et comme le lobe préoral de la Tornaria, dont elle dérive, la trompe du Balanoglossus n'est nullement perforée à son extrémité antérieure. On peut d'ailleurs s'expliquer jusqu'à un certain point l'erreur dans laquelle est tombé Kowalevsky; les tissus de ces animaux étant extrêmement mous, il est

très-possible que ses échantillons aient présentés des déchirures qui ont été prises pour des ouvertures normales.

La couche épithéliale de la trompe renferme un assez grand nombre de glandes à mucus qui apparaissent sur mes coupes sous forme de petites vésicules très-claires, transparentes, à contours assez nets, renfermant quelquefois un coagulum granuleux ; ces glandes occupent surtout la moitié externe de la couche. Elles deviennent moins abondantes et disparaissent complètement vers la base de la trompe. Les cellules forment évidemment de nombreuses assises : elles sont très minces et presque filiformes. Sur les coupes, les noyaux sont très-serrés et les cellules paraissent très-rapprochées. La limite externe de la couche est indiquée par un double contour correspondant à une fine cuticule (fig. 11 et 19).

Entre la couche épithéliale proprement dite et les muscles sous-jacents, on remarque sur toute la surface de la trompe une couche d'un tissu peu colorable par les réactifs, et que Spengel a décrit sous le nom de membrane basale. Cette couche que nous retrouverons dans d'autres points de la surface du corps, n'est pas separée des cellules épithéliales qui la recouvrent par une ligne de démarcation bien définie. Cependant ses limites sont suffisamment indiquées du côté de l'épithélium parce que les noyaux des cellules qui existent dans presque toute l'épaisseur de cet épithélium, s'arrêtent brusquement à ce niveau : aussi la ligne menée par la dernière assise de noyaux marque le contour de cette couche. Elle présente une striation transversale très-nette : il semble que les extrémités de certaines cellules épithéliales se continuent dans toute l'épaisseur de cette lame et la traversent de part en part. Entre ces stries légèrement ondulées et inégalement écartées l'une de l'autre, il existe une substance très-finement granuleuse, laquelle présente, sur les coupes longitudinales, une striation longitudinale évidente, et dans certains points même, une division très-nette en fibrilles. Des noyaux très-espacés et faiblement colorés sont plongés dans la substance finement granuleuse, qui, par ses caractères, rappelle la substance fondamentale des centres nerveux de beaucoup d'Invertébrés. Nous allons voir d'ailleurs que le système nerveux central se continue avec cette couche basale, et que les troncs nerveux dorsal et ventral sont constitués par de simples épaississements de cette

couche qui existe sur toute la surface du corps, et que nous appellerons désormais *couche nerveuse.*

La couche nerveuse est assez épaisse à la base de la trompe où elle présente 0,13 à 0,15 mm de largeur; mais elle devient beaucoup plus mince sur les côtés et en avant, et sur les coupes longitudinales elle n'apparait plus que sous forme d'un mince ruban grisâtre qui conserve une épaisseur constante sur presque toute son étendue.

En dessous de la couche nerveuse, les parois de la trompe sont constituées par des fibres musculaires qui offrent deux assises distinctes: une couche externe de fibres transversales qu'on trouve sur les coupes longitudinales sous forme de petits ilots très-rapprochés, et qui, au niveau de l'extrémité antérieure de la trompe, ne parait pas s'épaissir sensiblement; puis en dessous, une masse importante de fibres entrecroisées, ayant pour la plupart une direction longitudinale, réunies quelquefois en faisceaux épais qui traversent la trompe d'une paroi à l'autre.

Ces muscles en s'entrecroisant laissent entre eux des espaces plus ou moins développés dans lesquels doit se trouver, chez l'animal vivant, un liquide renfermant de nombreux globules. J'observe en effet sur mes coupes qu'une substance très-finement granuleuse et très-claire occupe les interstices entre les fibres musculaires: ce coagulum très-léger indique d'une manière non douteuse qu'il y avait là un liquide. La substance finement granuleuse enferme de nombreux éléments cellulaires arrondis, remplis de granulations fortement colorées par le carmin et réunies les unes aux autres par de fins prolongements protoplasmiques. Ces éléments offrent un diamètre de 0,01 mm environ, et sont analogues à ceux qu'on trouve au milieu des muscles du tronc et qui occupent aussi des lacunes intermusculaires. On rencontre aussi, au milieu des éléments musculaires quelques éléments conjonctifs.

J'ajouterai enfin que sur les coupes de la trompe on retrouve, entre la couche nerveuse et les muscles, la coupe des nombreux vaisseaux qui se ramifient dans cet organe.

La cavité de la trompe communique avec l'extérieur à l'aide d'un canal découvert par Spengel dont les observations ont été confirmées par Bateson. Ce canal est simple chez les *B. Kowalevskii, minutus* et

claviger, mais il est double chez le *B. Kupfferi.* Il est situé chez le *B. minutus* à la base de la trompe, ou plus exactement à la partie dorsale du pédoncule qui relie la trompe au collier. Comme on le voit sur la coupe longitudinale du *B. minutus* (Pl. V. fig. 20), un peu en dessus du point de réunion du collier avec le pédoncule, point où vient se terminer le cordon nerveux dorsal du collier, il existe un canal tapissé d'un épithélium se continuant avec la couche épithéliale du pédoncule, et qui dirigé d'abord obliquement en haut et en dedans, monte parallèlement à l'axe du pédoncule et vient s'ouvrir dans la cavité de la trompe. Les cellules épithéliales qui en tapissent la face interne se perdent, à son extrémité supérieure, dans les tissus voisins. Les cellules de la face dorsale se confondent avec les muscles longitudinaux de la trompe, et les cellules de la face ventrale se perdent sur les parois du sac de la glande (*g*) que nous décrirons tout à l'heure à la base de la trompe.

Ce canal chez les *B. minutus* et *claviger* est tout à fait médian; il est reporté un peu vers la gauche, d'après Spengel, chez le *B. Kowalevskii.* Il est possible que chez mon Balanoglossus ce canal ne soit pas absolument médian et qu'il n'offre pas un trajet tout à fait rectiligne. En effet, en l'étudiant sur des coupes longitudinales je le suis sur une série de plusieurs coupes; il se présente sous forme d'une ellipse, dont la paroi est tapissée intérieurement de cellules épithéliales (fig. 30, *c tr*), et que je vois s'ouvrir à l'extérieur sur une coupe où le cordon nerveux du collier existe encore dans toute sa longueur, mais se montre en coupe tangentielle, et où la portion inférieure étroite du diverticulum pharyngien qu'on rencontre sur des coupes bien médianes comme celle que j'ai répresentée fig. 19, n'existe plus. Le point où ce canal vient s'ouvrir à l'extérieur se trouve situé un peu au dessus de l'extrémité antérieure du cordon nerveux central, à un demi millimètre environ de cette extrémité.

Sur les coupes transversales du pédoncule, on se rend compte de la position de ce canal, qui est à peu près circulaire dans sa région la plus large, où il offre un diamètre extérieur de 0,30 à 0,35 mm Je vois en effet, sur la coupe répresentée dans la fig. 5, apparaître au dessus du sac de la glande (*s*) un canal (*c.tr*) dont les parois d'abord peu distinctes le deviennent peu à peu, mais n'offrent pas

de revêtement épithélial. Les cellules apparaissent d'abord sur la face ventrale tandis que la face dorsale de la paroi est encore formée de tissu conjonctif. Sur les coupes suivantes (fig. 6), le sac se retrécit puis disparait. Le canal occupe alors la face dorsale du diverticulum pharyngien; il était primitivement aplati, mais sa coupe a maintenant la forme d'un cercle tapissé d'une couche épithéliale regulière et continue; il est aussi devenu beaucoup plus large. Il se rapproche progressivement de l'épithélium dorsal du pédoncule et s'ouvre finalement à l'extérieur (fig. 7).

Ce mode de terminaison d'un canal ayant incontestablement une origine ectodermique, et tapissé par un épithélium qui vient se perdre dans des tissus d'origine mésodermique, est assurément fort curieux. Nous retrouverons une paire de canaux analogues et se terminant de la même façon, en étudiant la région branchiale.

La trompe est reliée au collier par une sorte de pédicule qui part de son extrémité postérieure et vient s'insérer sur le côté dorsal de ce collier. En détachant la moitié antérieure de la trompe par une section transversale, on peut constater que le pédicule fait saillie dans la cavité de la trompe par une extrémité élargie et irrégulièrement mamelonnée. La longeur de ce pédicule, depuis son insertion sur le collier jusqu'à son extrémité, est d'environ 4 mm. La couche épithéliale qui le tapisse se continue avec celle qui recouvre la surface de la trompe.

Il existe dans le pédicule de la trompe et dans le renflement qui le termine plusieurs organes importants qui font de cette région la partie la plus compliquée de tout le corps du Balanoglossus. En résumé nous y rencontrons (fig. 10 et 19): un diverticulum de l'épithélium dorsal du pharynx, très-étroit dans sa portion inférieure, mais s'élargissant considérablement vers le haut (*d*), diverticulum dont la face ventrale s'appuie sur une pièce résistante (*p*), sorte de squelette interne qui sert de point d'attache à des muscles et d'organe de soutien. La portion élargie du diverticulum porte sur son côté dorsal une sorte de sac clos (*s*), séparé du diverticulum par un espace aplati rempli de sang coagulé, le coeur (*c*), et coiffé d'un organe formé de deux lobes latéraux qui offre une structure glandulaire, et dans lequel le sang se distribue très-abondamment, que nous appellerons la glande de la trompe (*g*).

Étudions la structure et les relations de ces différents organes.

Plaque squelettique ou plaque pharyngienne. Elle est formée d'une substance homogène, ressemblant à la substance fondamentale du cartilage des Vertébrés, et de même nature que les lamelles qui soutiennent les poches branchiales. Sur une coupe longitudinale médiane (fig. 19) la plaque offre une forme quadrangulaire et est entourée de toutes parts par l'épithélium intestinal et l'épithélium du diverticulum qui est la continuation de celui-ci. Elle présente en avant un prolongement, formant une mince lamelle dirigée vers l'orifice buccal; elle est divisée en deux régions, l'une antérieure, l'autre postérieure, par une ligne qu'occupent des vaisseaux sanguins ayant un trajet irrégulier.

En arrière, la plaque envoie deux branches divergentes qui entourent l'origine du diverticulum, et qu'on trouve sur les coupes longitudinales passant un peu en dehors de la ligne médiane. La plaque se termine à son extrémité postérieure par une pointe qui s'avance comme un éperon au dessus de l'orifice du diverticulum. Sur les coupes horizontales médianes, la plaque pharyngienne offre deux triangles superposés: le sommet du triangle inférieur correspond à cet éperon, et la base excavée du triangle supérieur s'applique contre le contour convexe de la portion élargie du diverticulum. Étudiée enfin sur les coupes transversales, la plaque apparait d'abord sur les premières coupes qui intéressent l'extrémité élargie du diverticulum (fig. 4, *p*) sous forme d'une mince bande homogène entre le diverticulum et la couche nerveuse de la base de la trompe. Cette bordure devient plus épaisse à mesure que l'on descend vers le collier, l'épaississement se localisant à la face ventrale du diverticulum. La plaque se présente alors (fig. 7) sous forme d'un corps allongé, terminé en haut par un bord arrondi et en bas par une pointe aigue qui s'avance dans la cavité pharyngienne, mais en restant toujours recouverte par l'épithélium intestinal Cette pointe s'efface sur les coupes suivantes (fig. 9). Sur les coupes passant au niveau et en dessous de l'orifice du diverticulum, on voit la plaque se partager en deux moitiés (fig. 13, *p*) qui s'écartent l'une de l'autre jusqu'à venir se placer aux angles latéraux de la paroi intestinale et qui disparaissent ensuite.

Le tissu qui constitue la plaque est presque homogène et très-transparent; il se colore faiblement par le carmin. On y remarque

des stries parallèles plus ou moins accusées, qui indiquent sans doute les couches successives de dépôt de la matière résistante qui la constitue. L'aspect de ce tissu rappelle beaucoup celui de la substance fondamentale d'un cartilage.

En observant certaines coupes, comme celle qui est répresentée fig. 5, où la plaque se présente sous la forme d'un anneau entourant un espace central occupé par le tissu du diverticulum, on ne peut s'empêcher de trouver une ressemblance curieuse avec la coupe transversale d'une colonne vertébrale chez un embryon de vertébré, dont le centre renfermerait encore un reste de la chorde dorsale. Cette apparence est due à ce que la coupe a passé par un point où la face antérieure de la plaque était concave, et l'a donc rencontrée deux fois, apparence que l'on s'explique fort bien en se reportant à la coupe longitudinale figurée en 19. Il va sans dire qu'on ne doit pas chercher à établir des homologies sur des telles ressemblances de forme, mais il faut cependant remarquer combien certaines coupes passant par le pédicule de la trompe, ou par la région antérieure du collier, ressemblent à des coupes transversales de la région du tronc chez les Vertébrés (voir aussi la coupe 9). Nous allons d'ailleurs voir que le tissu épithélial du diverticulum présente, par ses caractères histologiques et par toute son évolution, une analogie remarquable avec le tissu de la chorde dorsale des Vertébrés.

Il est fort probable que la plaque pharyngienne est formée par les cellules du diverticulum : c'est l'opinion de Spengel et de Bateson et je ne trouve rien sur mes coupes que doive la faire rejeter. On voit en effet que les cellules endodermiques du diverticulum, non seulement s'appuient par leurs extrémités sur le bord de la plaque, mais qu'elles se confondent complètement avec la substance de celle-ci. D'après Bateson, la plaque impaire chez l'adulte, apparait pendant la période qui précède la formation de la deuxième paire de poches branchiales, sous forme de deux tiges transparentes qui restent écartées en arrière pour constituer ses deux branches divergentes, et se soudent en avant pour former une plaque impaire L'épaisseur de ces tiges augmente à mesure que la larve grandit, et comme le dit Bateson, elle est inversement proportionnelle à celle du diverticulum qui est très mince dans la région où les tiges sont les plus épaisses,

ce qui semble bien prouver que la plaque est sécrétée par le diverticulum. Le même auteur fait remarquer que des phénomènes analogues s'observent chez l'Amphioxus: „An analogy moreover at once occurs of the secretion of such a substance from notochordal tissue in the case of Amphioxus, in which discs are deposited of very similar histological character to these masses in Balanoglossus.“

Diverticulum. Une coupe sagittale bien médiane (fig. 19) montre qu'immédiatement en dessous de l'extrémité inférieure de la plaque, l'épithélium de la face dorsale du pharynx offre une invagination profonde, formant un long canal terminé en cul-de-sac, situé sur le côté dorsal du corps, et qui s'étend jusque dans la cavité de la trompe. Ce diverticulum, très-étroit dans sa moitié inférieure où il se trouve comprimé par le développement du squelette, s'élargit au contraire dans sa moitié supérieure. La lumière, très réduite dans la portion retrécie, est aussi plus large dans l'autre moitié; elle existe sur toute la longueur du diverticulum. Cet organe est limité du côté ventral par toute la longueur de la plaque squelettique; du côté dorsal, en bas par les tissus conjonctifs et musculaires mésodermiques qui se développent entre l'épithélium extérieur et l'épithélium intestinal (*m.g.*) jusqu'au bord inférieur du sac de la glande de la trompe, et en haut par ce sac et par le coeur. En avant le diverticulum s'épanouit librement dans la cavité de la trompe au milieu des tissus qui l'occupent. Des vaisseaux assez volumineux se rendent sur cette portion de la paroi du diverticulum.

La structure de cet organe est intéressante à examiner. Dans la partie retrécie, les cellules cylindriques, offrant de petits noyaux granuleux, qui en forment la paroi, ressemblent aux cellules épithéliales du tube digestif dont elles sont la continuation; mais dans la portion élargie l'apparence est tout autre. D'abord les noyaux sont moins abondants: on en rencontre plusieurs au voisinage de la cavité centrale, près des bords, mais ils sont rares dans tout le reste du tissu. Au lieu de cellules disposées régulièrement, on observe au contraire des fibrilles délicates entrecroisées, offrant souvent des épaississements à leurs points de réunion, et de tous points analogues aux éléments si caractéristiques de la notochorde des Vertébrés. En observant une

série de coupes intéressant la partie supérieure du diverticulum, nous ne trouvons pas d'abord de lumière centrale sur les premières; le tissu reticulé est formé de trabécules fines et très irrégulières, avec quelques noyaux. Sur les coupes suivantes, vers le milieu de la portion élargie, les trabécules se disposent plus régulièrement sur le côté dorsal (fig. 1, 2 et 3): elles sont parallèles les unes aux autres et les noyaux sont plus nombreux.

Un peu plus bas les éléments prennent franchement la forme de cellules épithéliales, mais dans la région ventrale l'apparence n'est que peu modifiée. Elle ne se modifie que dans les coupes suivantes (fig. 5, 6, 7 et 8) qui nous conduisent à la portion rétrécie du diverticulum dont la coupe ne diffère pas de celle d'un canal tapissé d'un épithélium ordinaire.

Bateson a observé que le diverticulum apparaissait de très-bonne heure. Chez la larve de Balanoglossus qu'il désigne par la lettre G, et au moment où se forme la première paire de poches branchiales, cet organe est déjà bien développé: on l'aperçoit par transparence, à la base de la trompe, faisant saillie dans son intérieur. Il se forme aux dépens d'une proéminence, dirigée en avant, de la face dorsale de l'archentéron, et il est complété par un étranglement longitudinal de cette même région, étranglement qui progresse peu-à-peu d'avant en arrière, délimitant un tube creux qui court le long de la paroi dorsale du pharynx dans lequel il s'ouvre en arrière. Quand la larve développe sa deuxième paire de branchies, les cellules de cet organe commencent déjà à se modifier: elles deviennent irrégulières, se remplissent de vacuoles et subissent enfin les transformations si caractéristiques des éléments de la chorde dorsale des Vertébrés.

Ce n'est pas seulement par sa structure histologique que le diverticulum pharyngien du Balanoglossus se rapproche de la notochorde des Vertébrés: ses rapports, son origine aux dépens de l'épithélium endodermique, son rôle dans la formation de la plaque squelettique, tous ces caractères lui sont communs avec la notochorde. L'étude que j'ai faite de cet organe sur mes animaux me conduit à admettre absolument ces homologies formulées par Bateson.

Spengel affirme au contraire que dans les espèces qu'il a étudiées le diverticulum est composé de longues cellules fusiformes comme on

en trouve en beaucoup de points de l'épithélium intestinal, et qu'il ne voit rien qui rappelle le tissu de la chorde des Elasmobranches. Bateson combat cette assertion, et ses figures reproduisent des préparations obtenues avec le *B. minutus* et le *B. Kowalevskii.* Pour ma part, les coupes que j'ai faites sur le *B. minutus* de Naples, une des espèces étudiées par Spengel, m'ont clairement démontré que, chez cet animal, le diverticulum possédait les mêmes caractères et offrait le même tissu analogue à celui de la notochorde que chez le *B. sarniensis.*

Glande de la trompe. Bateson donne le nom de *glande proboscidienne* à l'organe dont il ne décrit pas la structure mais dont il fait connaître le développement, et qui se trouve accolé à l'extremité du diverticulum dans la cavité de la trompe. Quant à Spengel voici ce qu'il dit des organes situés à la base de la trompe: Il existe à la face dorsale un organe en forme de sac, dont la face ventrale est tournée vers le diverticulum, et dont les faces latérales convergent vers le dos pour se rencontrer en dessus. Ce sac, clos de toutes parts, renferme dans sa partie postérieure des cellules filiformes et étoilées; sa paroi ventrale renferme de fines fibres musculaires. Cet organe dérive du coeur de la Tornaria, et bien que chez l'adulte il ne présente aucune communication avec les vaisseaux, Spengel lui conserve néanmoins le nom de coeur. Il est accolé à un espace sanguin qui se trouve entre sa face ventrale et le diverticulum. Enfin, coiffant le tout, un corps spongieux en forme de fer à cheval, s'étend entre le coeur et la paroi dorsale de la trompe; il est traversé de canaux sanguins ramifiés et Spengel le considère comme une branchie interne.

Mes observations sur la structure de *la branchie interne* de Spengel confirment et complètent les recherches de Bateson. Je donnerai comme lui à cet organe le nom de *glande proboscidienne* ou *glande de la trompe*, nom qui me parait justifié par la structure, les relations et le rôle présumé de cet organe.

Je l'étudierai d'abord sur la même série de coupes transversales qui m'a déjà servi pour décrire la plaque et le diverticulum pharyngien. Sur la coupe 1 qui passe par la partie supérieure de la coupe longitudinale fig. 10, on trouve de chaque côté du diverticulum dont la lumière est étroite, deux masses latérales (*g*) réunies, sur le côté dorsal par une

portion médiane, et sur le côté ventral par une mince bordure en arrière du diverticulum. Au côté dorsal du diverticulum, les deux masses latérales limitent un espace arrondi, à contours mal délimités (*s*): c'est la cavité ou sac de la glande représentée par les deux masses latérales. Celles-ci sont constituées par des fibrilles conjonctives entrecroisées formant des mailles irrégulières, très-nettes surtout dans la partie centrale, moins accusées dans la région périphérique. Ces fibrilles supportent un grand nombre de cellules, à noyaux petits et très-colorés, mais dont le protoplasma est peu distinct, au milieu desquelles sont répandues des granulations jaunes et brunes, abondantes surtout dans la région périphérique. En outre l'on rencontre constamment des espaces d'étendue très variable, remplis d'un magma granuleux, fortement coloré, qui n'est autre chose que du sang coagulé. Il m'est impossible de décider si ces espaces sont entourés d'une membrane ou si ce sont de simples lacunes creusées dans le tissu de la glande. Sur la coupe représentée dans la figure 2, la cavité centrale de la glande est plus étendue et mieux limitée, surtout parce que le bord interne des masses latérales est occupé par des espaces sanguins. Les trabécules conjonctives sont disposées, du moins dans la partie la plus large, sous forme de faisceaux parallèles. Sur les coupes suivantes (fig. 3) on retrouve la même structure histologique; mais les masses latérales de la glande deviennent moins épaisses et ne sont plus réunies l'une à l'autre: elles forment deux parties distinctes de chaque côté du diverticulum et du sac. Dans toutes ces coupes on observe à la périphérie de la glande une mince bordure plus foncée, dont les éléments ne sont pas bien distincts, mais qui est en grande partie formée par des fibres musculaires. Ces fibres, coupées obliquement sur les coupes 1, 2 et 3, sont facilement reconnaissables sur la coupe 4. Les éléments de la glande ne s'observent plus sur cette dernière coupe; il n'en reste que la mince bordure musculaire dont les fibres sont coupées transversalement et qui se continuent avec les fibres musculaires longitudinales de la trompe.

En effet, à mesure que les coupes appartiennent à des regions plus voisines de la base de la trompe, on remarque que les parois de celle-ci se rapprochent de la surface de la glande: ces parois de la trompe sont représentées sur la figure 3. Sur cette figure on distingue de

chaque côté de la glande, deux espaces limités par les muscles de la trompe coupés dans différentes, directions et remplis de granulations colorées : ces espaces correspondent à la cavité de la trompe et les granulations qu'ils renferment représentent sans doute des produits excrétés par la glande proboscidienne.

Pour en terminer avec cette glande, je dirai que sa cavité d'abord mal délimitée (fig. 1, *s*), acquiert progressivement des contours plus distincts (fig. 2 et 3) et se présente sous forme d'un sac à parois bien définies. Ce sac est occupé par une substance très-finement granuleuse dans laquelle je distingue quelques fibres conjonctives, et des cellules offrant un protoplasma clair et des noyaux granuleux, au milieu desquelles existent des amas de granulations pigmentées. La cavité d'abord très-large (fig. 2), se rétrécit peu à peu (fig. 3 et 4), mais on l'observe encore sur des coupes que n'offrent plus de traces de la glande proboscidienne (fig. 5, *s*). Les dispositions relatives de la glande et de sa cavité sont indiquées sur la fig. 10 qui représente une coupe longitudinale, pas tout à fait médiane, (car si elle était bien médiane, la glande, formée de deux masses développées de chaque côté de la ligne médiane, ne serait coupée que dans sa portion moyenne très réduite comme cela est arrivé pour la fig. 19).

La coupe horizontale figurée en 11 montre aussi la cavité en question, mais non la glande, la coupe ayant porté en dehors de celle-ci.

Vers la base de la trompe, les parois latérales de celle-ci arrivent presque à toucher le diverticulum, comme on le voit sur la fig. 4. En dessous de l'épithelium externe se trouve la couche nerveuse limitée en dedans par des fibres musculaires dont la plupart prennent une direction longitudinale (*l. tr*). Entre la paroi de la trompe et la face ventrale du diverticulum, on distingue une mince lamelle homogène qui n'est autre chose que la partie supérieure de la plaque squelettique. Sur la face dorsale du diverticulum où la plaque ne se développe pas, les parois de la trompe se réunissent à la paroi dorsale du sac de la glande et déterminent la formation de deux espaces allongés obliquement, remplis par les muscles et par le tissu conjonctif de la trompe, et limités en dedans par les parois de la glande (fig. 4, *c. g*). Sur la même figure on constate que les fibres musculaires de la paroi

de la glande se placent au même niveau que les muscles longitudinaux de la trompe et se continuent avec eux.

Ces deux espaces, dont les contours deviennent mieux marqués sur les coupes suivantes (fig. 6 et 7, *c.g*), ne sont donc autre chose qu'une partie de la cavité générale du corps, et nous les retrouverons sur toute la longueur du collier (fig. 14). Un certain nombre de fibres musculaires longitudinales de la trompe ne sont pas enfermées dans ces cavités, et restent visibles sur les coupes pendant un certain temps (fig. 7, *l.tr*), puis se confondent avec les éléments de la cavité générale du collier.

Lorsque le sac de la glande proboscidienne a disparu sur les coupes, le diverticulum se rapproche du canal dorsal de la trompe (fig. 6); la plaque pharyngienne est alors entourée, dans sa partie inférieure, par la couche nerveuse de la trompe qui se continue dans le pédoncule, mais qui s'aminçit peu à peu et finira par disparaître, la couche épithéliale de la trompe passant, au niveau du pharynx, à l'épithélium intestinal.

Les deux portions de cavité générale *c.g* dont nous avons étudié plus haut le mode de formation, situées d'abord de chaque côté du sac de la glande, puis de chaque côté du diverticulum, arrivent à se placer au dessus de celui-ci (fig. 8) en se rapprochant l'une de l'autre, et quand le cordon nerveux du collier fait son apparition (fig. 9), elles se trouvent placées entre ce cordon et le diverticulum. Plus tard enfin, sur les coupes passant en dessous de l'orifice du diverticulum, ces deux cavités sont situées entre le système nerveux et la couche musculaire transversale de l'intestin (fig. 14, 15, 16 et 17, *c.g*). Elles sont separées l'une de l'autre sur la ligne médiane par une étroite lame de tissu conjonctif, de laquelle partent de minces fibrilles parsemées de noyaux qui s'épanouissent et se perdent au milieu des fibres musculaires.

Les deux cavités restent distinctes et conservent les mêmes relations jusqu'à l'extrémité du collier, ou, plus exactement, jusqu'au point où le cordon nerveux du collier se termine, en s'ouvrant à l'extérieur sur la ligne médiane dorsale.

S'il est facile de conclure que l'organe spongieux qui coiffe l'extrémité antérieure du diverticulum est une glande, il n'est pas facile d'émettre une hypothèse sur le rôle que cet organe doit remplir.

Spengel, qui n'a pas reconnu les caractères de son tissu, l'a considéré comme une branchie accessoire, opinion que je ne puis partager. La structure histologique, les relations avec le système vasculaire, l'existence de granulations pigmentaires, provenant évidemment de cellules en voie de destruction, sont autant de caractères qui doivent faire considérer cette glande comme un organe d'excrétion. Je ne puis, pour ma part, m'empêcher de la comparer à la glande madréporique des Echinides dont j'ai étudié la structure dans un précédent mémoire. Je retrouve en effet dans les deux organes les mêmes caractères fondamentaux, les mêmes groupements des éléments, les mêmes relations avec le système circulatoire.

Mais si l'organe en question est bien une glande, comment arrive-t-elle à éliminer les produits excrétés? Bateson à émis l'opinion que le canal découvert par Spengel, et qui s'ouvre à la face dorsale du pédicule de la trompe, canal considéré par le naturaliste allemand comme servant à laisser pénétrer l'eau dans la cavité de la trompe, pourrait bien servir à transporter à l'extérieur les produits rejetés par la glande dans la cavité de la trompe. Je n'ai pas trouvé à cette glande de conduit excréteur et je suis persuadé qu'un tel conduit n'existe pas. Je suis d'autant plus disposé à admettre l'interprétation de Bateson que dans quelques coupes transversales, la coupe 3 par exemple, je reconnais de chaque côté de la glande deux espaces irréguliers renfermant de nombreuses granulations très-fines, des taches finement granuleuses, qui pourraient bien correspondre à des liquides coagulés, et au milieu de ces détritus, des amas de pigment jaune identiques à ceux qui existent dans le tissu de la glande. Le pore dorsal sert peut-être à l'évacuation de ces produits. Spengel dit avoir observé que l'eau penètre dans la cavité de la trompe par ce canal; Bateson prétend au contraire que des poussières colorées mélangées à l'eau dans laquelle se trouvent des Balanoglossus, ne se retrouvent jamais dans la cavité de la trompe, tandis que „similar particles, if placed in the tissue spaces of proboscis are certainly expelled by the pore". Il est nécessaire que des observations ultérieures sur des animaux vivants nous renseignent à cet égard.

Coeur. Spengel, avons nous dit plus haut, considérait comme le représentant du coeur de la Tornaria, le sac que j'ai décrit sous le

nom de sac ou de cavité de la glande proboscidienne. Ce sac étant parfaitement clos, le Balanoglossus adulte ne posséderait pas, d'après lui, de coeur véritable. Comme Bateson, je désignerai sous le nom de coeur, l'organe que Spengel appelle simplement *espace sanguin,* et qui se trouve entre le diverticulum pharyngien et le sac de la glande, seul organe, d'après Bateson, qui dérive du coeur de la Tornaria, et qu'il a vu se contracter chez des larves possédant trois paires de branchies. „It acquires, dit il en parlant de cet organe, muscular walls, and is always nearly full of a coagulum similar to that which is found in the remaining blood-vessels of the body ....". Je n'ai jamais pu découvrir sur mes coupes de fibres musculaires dans les parois de cet organe, et je ne sais pas s'il est contractile, mais pour l'étudier convenablement il aurait fallu pouvoir l'isoler et en dissocier les éléments, ce qu'il ne m'était pas possible de faire sur mes pièces. Tout ce que je puis dire, c'est qu'il offre toujours un contour très-net et une paroi distincte; qu'il parait, en somme, être un organe bien défini, et non un simple espace sanguin s'étendant entre les organes.

D'après les images offertes par mes coupes, je considère le coeur comme un organe aplati et allongé, situé à la face dorsale du diverticulum sur laquelle il se moule et qu'il occupe presque toute entière (fig. 3 à 7, 10, 11 et 19, *c*).

Terminé en avant par un cul-de-sac, ce coeur offre deux prolongements latéraux (fig. 11, *c.l.*) d'où partent les vaisseaux qui se rendent dans les parois de la trompe, et trois prolongements postérieurs, l'un médian, et deux latéraux. Le prolongement médian qui continue directement le coeur, se place en dessous du cordon nerveux du collier entre les deux portions closes de la cavité générale (fig. 8, *c. m.*); les deux autres sont d'abord situés de chaque côté du diverticulum (fig. 4, *c.p.*). Ils se placent ensuite de chaque côté de la plaque pharyngienne (fig. 5, 6 et 7) mais s'en écartent ensuite (fig. 8) et se continueront avec des vaisseaux dont nous étudierons le trajet plus loin. Considérons en effet une série de coupes transversales menées entre la base de la trompe et le commencement du collier. Nous voyons le coeur apparaître sous forme d'une organe aplati entre le diverticulum et le sac de la glande proboscidienne (fig. 3), rempli de sang coagulé, et qui s'élargit et s'étale dans la fig. 4. Sur la coupe 5, le coeur étant très-aplati ne se distingue

pas sur toute l'étendue de la face antérieure du diverticulum, mais ses deux prolongements postérieurs (*c. p.*) déjà visibles sur la figure 4, sont très-développés. Sur les coupes 6 et 7 on aperçoit le prolongement postérieur médian qui s'élargit sur la fig. 8, mais qui se retrécit ensuite en devenant le vaisseau situé sous le système nerveux et qui n'est autre chose que le vaisseau dorsal du tronc. Les prolongements latéraux postérieurs sont toujours très larges. Situés d'abord à l'angle du diverticulum et de la plaque squelettique, ils s'abaissent progressivement vers le bas (fig. 8) et atteignent la paroi de l'intestin : ils s'écartent alors rapidement de la ligne médiane (fig. 9), mais à ce moment ils forment, non plus des régions du coeur, mais de véritables vaisseaux. La coupe horizontale 11 nous montre aussi les rapports des différentes portions du coeur. La portion médiane, très-aplatie en dessous du sac de la glande, donne latéralement deux prolongements : de leurs extrémités élargies partent en avant les vaisseaux de la trompe, et en arrière les prolongements postérieurs pairs ; le prolongement postérieur impair se continue à gauche avec un vaisseau qui court sous l'épithélium intestinal. Sur la coupe sagittale 19, on voit le coeur terminé en avant en cul-de-sac, et plus en arrière, la coupe tangentielle du prolongement postérieur qui se continuera avec les vaisseaux de l'intestin.

En resumé, le sac situé à la face dorsale du diverticulum dérive du coeur de la Tornaria ; il présente toujours sur les préparations les mêmes relations très constantes ; il offre une forme bien définie et des parois propres; enfin, non seulement il est en communication ouverte avec les vaisseaux, mais aussi il est le centre d'où partent, ou auquel arrivent les vaisseaux les plus importants du corps. Si je n'ai pas distingué de fibres musculaires dans ses parois, et si je ne l'ai pas vu se contracter chez l'animal vivant, chose qui sera constatée peut-être un jour, au moins ai-je montré qu'il était un véritable organe central de tout le système circulatoire.

Système nerveux. J'étudierai dans le système nerveux, d'abord une région centrale, puis une portion périphérique.

Région centrale. La partie du système nerveux qu'on peut considérer comme centrale se présente sous forme d'un cordon épais qui

s'étend sur toute la longueur de la face dorsale du collier, depuis le point de réunion du collier avec la face dorsale du pédicule jusqu'au voisinage de la région branchiale (fig. 19, 20 et 30, *n.c.*).

Spengel dit que ce cordon se continue en avant et en arrière dans l'épiderme: en avant, à l'endroit où l'épithélium de la trompe se continue avec l'épithélium de la face supérieure et interne du collier, et en arrière dans la bande d'épiderme épaissi qu'on trouve sur la ligne médiane dorsale dans la région du tronc. Dans l'intérieur de ce cordon, il observe de nombreux petits espaces vides autour desquels les cellules se disposent en forme d'épithélium, espaces qui ne communiquent pas les uns avec les autres. Bateson n'étudiant que le developpement du *B. Kowalevskii*, donne fort peu d'indications sur la structure du système nerveux, mais je dois insister: 1° sur un passage où il dit qu'une véritable lumière existe dans la région antérieure du cordon, tandis que dans la région moyenne et postérieure on observe les espaces limités par des cellules columnaires déjà indiqués par Spengel; 2° sur deux figures (fig. 59, et surtout 60) qu'il n'explique pas dans son texte, et qui représentent des sections de la partie antérieure de ce cordon nerveux offrant un canal central très nettement limité, pourvu de cils vibratiles, analogue au canal médullaire des Vertébrés.

J'ai observé sur mes préparations certaines particularités intéressantes sur la structure du système nerveux. Je dois dire tout d'abord qu'un canal central tel que celui que figure Bateson, canal dont l'existence a aussi été niée par Spengel, n'existe pas, pas plus chez le *B. minutus* que chez le *B. sarniensis*. Sur les coupes transversales, le cordon nerveux offre un contour ovalaire dans sa partie antérieure (fig. 9), irrégulier ou triangulaire (ffg. 15—17, *n.c.*) dans tout le reste de son étendue. Il offre à considérer une portion fibreuse externe, et une portion celluleuse interne. La portion fibreuse (*p.f.*) forme une bande épaisse sur la face ventrale du cordon, très mince sur les côtés, un peu plus large à la face dorsale; elle est constituée par une substance très-finement granuleuse, ne se colorant pas par le carmin, et ressemblant, sur les coupes transversales à la Punktsubstanz des centres nerveux d'autres Invertébrés. On y rencontre quelques noyaux peu colorés. Cette substance est d'ailleurs identique à celle qui forme la couche nerveuse, indiquée plus haut, sous l'épithélium de la trompe.

La couche fibreuse est limitée sur son bord interne par de très petits noyaux formant plusieurs assises sur le côté ventral, moins abondants sur les autres côtés. Ces noyaux appartiennent à des cellules, dont on ne distingue pas bien les contours, mais dont les membranes forment par leur réunion de très fines stries parallèles et régulières, dont l'ensemble rappelle une couche épithéliale. En certains points même (fig. 15), la couche des cellules présente à son bord interne une limite très nette, une sorte de plateau à double contour comme dans un épithélium ordinaire. Les cellules paraissent envoyer des prolongements dans la substance fibreuse, laquelle offre des stries irrégulièrement distantes qui la traversent dans toute son épaisseur et qui partent de la région celluleuse. Tout l'espace central de la coupe est occupé par des trabécules irrégulièrement disposées, qui naissent de la région celluleuse, et s'anastomosent entre elles pour former un réseau délicat supportant quelques noyaux.

Dans la partie postérieure du cordon, l'aspect des coupes est modifié. Les trabécules qui occupent l'espace central sont moins nombreuses; les stries parallèles de la région celluleuse deviennent plus marquées, et par conséquent les cellules plus distinctes les unes des autres. En même temps que les trabécules deviennent moins nombreuses, les cellules se trouvent limitées intérieurement par un double contour très-net, comme on l'observait en certains points seulement des coupes précédentes. Finalement, il se forme une cavité centrale vide, entourée de cellules disposées sous forme d'un épithélium régulier, et l'aspect des coupes dans la partie postérieure du cordon chez le *B. sarniensis* est tout à fait analogue à celui des coupes figurées par Bateson pour la région antérieure du même cordon.

Les coupes longitudinales sont plus intéressantes à étudier que les coupes transversales. La substance fibreuse (fig. 21) forme à la face ventrale du cordon nerveux un ruban épais qui présente une striation longitudinale très-manifeste et une striation transversale moins accusée. Du côté dorsal, le ruban formé par la substance fibreuse est beaucoup plus mince. La région celluleuse se montre constituée par de longues cellules très serrées, disposées parallèlement, et limitant de nombreux espaces vides, à contours ovalaires et à grand axe dirigé perpendiculairement au grand axe du cordon nerveux. En cer-

tains points, l'ensemble des cellules offre l'aspect d'une portion d'épithélium, limitée intérieurement par une mince cuticule. Les noyaux, très-nombreux au voisinage de la portion fibreuse, deviennent beaucoup moins abondants dans la partie centrale lacuneuse.

Mais ce que ce cordon nerveux offre de plus remarquable, c'est son mode de terminaison en arrière. Sur une coupe longitudinale comprenant l'extrémité du collier et la partie antérieure de la région branchiale (fig. 31), on remarque que la couche épithéliale de la surface dorsale du corps, qui renfermait au niveau du collier, de nombreuses glandes, cesse à un moment d'en présenter; elle prend la forme d'un épithélium cylindrique ordinaire, puis s'invagine pour donner naissance à un canal cylindrique qui se dirige en avant et se continue avec le cordon nerveux que nous venons d'étudier, les cellules du l'épithélium extérieur passant progressivement aux cellules nerveuses du cordon.

En d'autres termes, le cordon nerveux du collier vient s'ouvrir à l'extérieur par son extrémité postérieure. Les cellules nerveuses qui en occupent la partie centrale ne forment plus de lacunes et se disposent en forme d'un épithélium régulier qui tapisse la couche fibreuse, et limitent une cavité centrale par leurs faces internes pourvues d'un plateau à contours très-nets; par places, on retrouve encore de petits ponts réunissant les cellules et traversant la lumière; en ces points, le plateau disparait pour reparaître un peu plus loin. Ces modifications expliquent les changements indiqués plus haut dans l'aspect des coupes transversales, et les différences que l'on constate entre les coupes passant par l'extrémité postérieure du cordon et celles qui passent par ses régions antérieure et moyenne.

Quant à la substance fibreuse, toujours plus épaisse à la face ventrale qu'à la face dorsale du cordon, elle se continue au niveau de l'ouverture: à la face dorsale, avec la couche nerveuse sous-épithéliale du collier (fig. 31, *c. n.*), et à la face ventrale, avec un tronc nerveux situé sur la ligne médiane de la face dorsale du corps, en dessous de l'épithélium, cordon que nous allons voir se prolonger jusqu'à l'extrémité postérieure du corps (fig. 31, *n. d.*).

Ce mode de terminaison de l'extrémité postérieure du cordon nerveux est assurément fort remarquable. Ni Spengel, ni Bateson, n'indi-

quent de disposition analogue chez les espèces qu'ils ont étudiées. Chez le *B. minutus* en effet, je remarque que le cordon nerveux, qui présente la même structure et les mêmes relations que chez le *B. sarniensis*, se termine en arrière d'une manière plus simple. Les cellules nerveuses conservent les mêmes caractères sur toute la longueur du cordon, et ne s'écartent pas l'une de l'autre pour déterminer la formation d'un canal central. A l'extrémité postérieure du cordon, comme à son extrémité antérieure, elles se continuent avec les cellules épithéliales extérieures, et la partie fibreuse se conduit comme chez le *B. sarniensis* (fig. 20). Il faut remarquer cependant que s'il n'y a pas formation d'une ouverture réelle, la couche épithéliale de la face dorsale du collier présente cependant une dépression, une sorte d'encoche au niveau de l'extrémité postérieure du cordon, et vient en quelque sorte à la rencontre des éléments qui vont se confondre avec les siens.

A son extrémité antérieure, chez le *B. sarniensis* aussi bien que chez le *B. minutus*, le cordon nerveux se continue jusqu'au point d'insertion du pédicule de la trompe sur le collier, et les cellules de sa partie centrale (fig. 30) se continuent, sans ligne de démarcation, avec les cellules épithéliales qui tapissent le cul-de-sac formé par le pédicule et le bord du collier; tandis que la substance fibreuse se continue, sur le côté dorsal avec la couche nerveuse très-mince sous-jacente à l'épithélium de la face dorsale du corps, et sur le côté ventral avec la couche nerveuse de la trompe, très épaisse à ce niveau.

Enfin le cordon nerveux central présente, en certains points de sa longueur, des communications avec l'extérieur, qui ont déjà été indiquées, mais imparfaitement figurées par Spengel, et qui sont fort curieuses. Vers la réunion du tiers moyen avec le tiers postérieur du cordon, on voit en effet, chez le *B. sarniensis*, se détacher de la face dorsale, trois cylindres remplis de cellules arrondies dont les noyaux ont les mêmes dimensions que ceux des cellules nerveuses, et qui se dirigent presque perpendiculairement vers l'épithélium, en traversant dans toute son épaisseur la couche conjonctive et musculaire sous-jacente à l'épithélium dorsal. Au milieu des cellules se trouvent aussi des fibres nerveuses qui occupent surtout la périphérie des cylindres, et qui proviennent manifestement de la couche fibreuse dorsale du cordon nerveux (fig. 11 bis). Vers l'extrémité externe des cylindres, les

cellules sont moins nombreuses et se perdent au milieu des éléments de la couche épithéliale, tandis que les fibres viennent se perdre dans les fibres de la couche nerveuse sous-jacente à cette couche. Il me semble que l'épithélium de la face dorsale du corps présente au niveau de chacun de ces trois cylindres un pore très étroit.

Il ne m'a pas été possible de découvrir sur mes coupes longitudinales de cavité centrale dans ces cylindres nerveux ; seulement sur des coupes transversales successives passant par l'un de ces cylindres (fig. 15, 16, 17), voici ce que je constate. Dans les espaces lacunaires décrits plus haut se trouvent des granulations arrondies, fortement colorées, qui ne sont évidemment pas des cellules, et qui deviennent assez nombreuses au niveau des cylindres. Ceux-ci, coupés obliquement, offrent une forme ovalaire, et les granulations colorées qui en occupent la partie centrale remplissent peut-être une ouverture préexistante. Faut-il voir dans ces granulations des corps étrangers, ayant pénétré par les ouvertures des cylindres dans le système nerveux, ou bien des restes de cellules nerveuses dissociées et tombées en dégénérescence? C'est ce que je ne puis décider.

Ces cylindres nerveux, allant de la face dorsale du cordon nerveux à l'épithélium extérieur, ont été décrits par Spengel chez les *B. minutus* et *claviger*, mais il n'en indique pas le nombre. Chez les *B. Kowalevskii* et *Kupfferi* il n'a rien observé de semblable.

J'ajouterai enfin que je ne trouve pas sur mes préparations ces cellules nerveuses géantes que Spengel a signalées en certains points du cordon nerveux.

Pour interpréter la nature du cordon nerveux du collier qui est évidemment un organe central, et des espaces lacunaires qui en occupent le centre, il serait indispensable de posséder des documents complets sur le développement de cet organe. Or les observations de Spengel et de Bateson sur ce sujet important leur ont fourni des résultats contradictoires. Spengel admet que l'ébauche du système nerveux consiste en une invagination longitudinale de l'ectoderme sur la ligne médiane dorsale, qui donne naissance à un cylindre creux dont la cavité se comblerait plus tard. Bateson admet au contraire qu'il se fait dans l'ectoderme un épaississement longitudinal aux dépens duquel se différencie le cordon nerveux primitivement plein; puis

qu'en avant, le cordon ainsi formé s'enfoncerait entre les bords relevés de l'ectoderme, phénomène qui donnerait lieu à la production de ce canal central, qu'il observe, chez l'animal adulte, dans la portion antérieure du cordon. Comme Spengel, je nie absolument l'existence d'une cavité centrale dans cette portion du cordon. Le mode de développement reconnu par Spengel, c'est-à-dire l'invagination, m'expliquerait mieux l'ouverture extérieure que le cordon offre à son extrémité, cette ouverture n'étant qu'un reste de l'invagination primitive; bien que cependant on puisse supposer aussi que cette communication avec l'extérieur se soit faite secondairement.

Quoiqu'il en soit d'ailleurs des phénomènes embryogéniques par lesquels le cordon nerveux prend naissance, phénomènes sur lesquels des observations ultérieures nous renseigneront sans doute, je ne sais pour ma part rien qui s'oppose à ce que l'on rapproche le cordon nerveux du collier chez le Balanoglossus du système nerveux central des Vertébrés, homologie que Spengel repousse énergiquement, surtout, parce qu'au lieu d'une cavité centrale unique et régulière, le cordon ne présente que des lacunes séparées les unes des autres par des cellules. Mais il me semble qu'on ne doit pas attribuer à ce fait une grande importance: que la cavité reste parfaitement vide ou qu'elle s'oblitère en partie par des prolongements de cellules allant d'une paroi à l'autre, cela importe peu, en somme. La formation des lacunes est évidemment secondaire: sur un grand nombre de coupes appartenant à différentes régions du cordon nerveux on observe toujours des endroits où la couche cellulaire offre vers l'intérieur un contour très net (fig. 15). Du reste, l'on connait aussi dans les centres nerveux des Vertébrés, des commissures qui traversent de part en part la cavité centrale (la commissure grise du troisième ventricule, par exemple).

Système nerveux périphérique. — J'ai déjà parlé de la couche nerveuse située sous l'épithélium de la trompe, dans laquelle s'épanouit la substance fibreuse du cordon nerveux central. Cette couche nerveuse se rencontre sur toute la surface du corps, en dessous de l'épithélium extérieur, mais nulle part elle n'offre un développement analogue à celui qu'elle prend dans la trompe. Ses caractères, déjà indiqués, sont les mêmes que ceux de la substance fibreuse du cordon.

Outre cette couche nerveuse sous-épithéliale, on trouve, chez le Balanoglossus, de véritables troncs nerveux qui existent sur toute la portion du corps située au-delà du collier, et qui occupent les lignes médianes dorsale et ventrale, en dehors des vaisseaux longitudinaux. Ces troncs ne sont que des épaississements locaux de la couche nerveuse générale avec laquelle ils se continuent sur les côtés; ils offrent la même structure que cette couche, et, comme elle, ils ne sont pas non plus séparés des cellules épithéliales qui la recouvrent par une ligne de démarcation nettement accusée. Mais cependant ces troncs sont bien distincts et ils se laissent facilement reconnaître sur les coupes. Nous connaissons déjà l'origine du tronc nerveux dorsal; nous savons que les cellules nerveuses, en s'écartant pour former l'ouverture postérieure du cordon central, passent toutes aux cellules épithéliales externes, et que la substance fibreuse qui formait l'épais ruban de la face ventrale de ce cordon se continue, sans changer de caractères, en dessous de cette ouverture: elle devient ainsi le tronc nerveux qui court jusqu'à l'anus en dessus du vaisseau dorsal, et dont la structure et les relations sont indiquées sur la coupe longitudinale représentée fig. 32, et sur les coupes transversales 18, 25 et 26 (*n.d*). On voit sur ces dernières que le nerf est en relation intime avec l'épithélium qui offre à son niveau des caractères particuliers: les cellules sont plus allongées, elles sont disposées plus régulièrement et n'offrent pas de glandes à mucus. Les striations transversale et longitudinale sont toujours très accusées (fig. 32).

Le tronc ventral tire son origine du tronc dorsal de la manière suivante. A quelque distance en arrière de l'ouverture postérieure du cordon central, le nerf dorsal fournit latéralement deux branches qui se dirigent obliquement en arrière et en bas, en conservant toujours leur situation en dessous de l'épithélium, et se réunissent sur la ligne médiane ventrale en un tronc unique qui se place sous le vaisseau ventral et se continue jusqu'à l'extrémité postérieure du corps. Le point de réunion de ces deux branches obliques se trouve au niveau des premières paires de sacs branchiaux.

La coupe transversale représentée sur la fig. 18 montre en *n.d.* le nerf dorsal, et à une certaine distance de ce nerf, de chaque côté de la ligne médiane, les deux branches latérales *n'* coupées obliquement,

qui, sur les coupes suivantes occupent, les angles latéraux du corps, puis descendent progressivement vers la ligne médiane ventrale au niveau de laquelle elles se réunissent.

Les coupes transversales faites depuis la région branchiale jusqu'à l'extrémité postérieure du corps montrent que ces troncs offrent tous deux la même largeur, qu'ils s'amincissent progressivement mais ne se réunissent pas autour de l'anus, qu'enfin ils ne sont pas nettement limités sur les côtés, mais se continuent latéralement avec la couche nerveuse sous-épithéliale.

Etant donnée l'épaisseur remarquable qu'offre la couche nerveuse dans les parois de la trompe, on peut supposer que cet organe est doué d'une grande sensibilité; mais il n'est pas possible d'y découvrir les moindres traces d'organes des sens. Les seuls appareils sensitifs connus chez le Balanoglossus consistent en ces deux taches oculaires du lobe préoral de la Tornaria et qui disparaissent, comme on sait, dans le cours du développement.

D'après les recherches de Bateson, la couche nerveuse se différencie pendant la période qui suit la formation de la première paire de sacs branchiaux; elle apparait tout d'abord à la base de la trompe. Cet observateur n'a pas pu en reconnaître le mode exact de formation, mais il suppose que les cellules les plus internes de la couche épithéliale s'allongent et deviennent des cellules multipolaires pourvues de prolongements filiformes et anastomosés. A ce stade les noyaux sont toujours visibles dans la couche fibreuse, mais aux stades suivantes ils disparaissent en grande partie.

Il résulte des dispositions anatomiques qui viennent d'être indiquées que la partie centrale du système nerveux se trouve située à la face dorsale d'une formation née de la paroi du pharynx, et ayant par conséquent une origine endodermique; cette même partie centrale est aussi située à la face dorsale d'une plaque squelettique ayant une origine également endodermique, puisqu'il est à peu près hors de doute qu'elle dérive de la formation précédente. Il en résulte aussi qu'il existe en dessus de la bouche un anneau épais de substance nerveuse, n'ayant pas les caractères d'un organe central, qui entoure la portion rétrécie du diverticulum endodermique, et qui se trouve naturellement traversée par le canal qui part de la face dorsale du pédi-

cule où il possède un orifice extérieur, pour s'ouvrir dans la cavité de la trompe. Nous aurons à discuter plus loin les conséquences qu'il est permis de tirer de semblables relations.

Tube digestif et parois du corps. — Entre l'épithélium extérieur et l'épithélium intestinal, se trouve, sur toute la longueur du corps, une lame épaisse formée de tissus mésodermiques. La cavité générale de la larve, en effet, a été comblée par des éléments conjonctifs et par des fibres musculaires; elle n'apparait plus entre ces éléments que sous forme de lacunes remplies par un liquide, qui, chez les animaux traités par les réactifs, se présente comme un coagulum très léger, finement granuleux. Ce liquide renferme de nombreux éléments cellulaires arrondis, à contours peu apparents, dont le protoplasma est rempli de granulations. Ces éléments sont identiques à ceux qu'on observe dans les interstices des tissus de la cavité de la trompe.

Nous trouvons donc ici un type d'un tissu mésenchymateux intéressant à connaître, puisque, de par le développement de son mésoderme, le Balanoglossus est un véritable coelomate. Parmi ces éléments conjonctifs et musculaires qui remplissent la cavité générale, on peut cependant faire la part de ce qui revient au feuillet somatique et au feuillet splanchnique du mésoderme. Dans le collier, les muscles du feuillet somatique offrent d'abord (fig. 15, 16, 17 et 19) une mince couche de fibres longitudinales, puis une assise de fibres transversales (*m.t.e*) peu épaisse, irrégulièrement développée (je n'en trouve pas de traces sur la portion de coupe représentée dans la fig. 17), en dedans de laquelle existe une deuxième couche de fibres longitudinales (*m.l.e*) plus épaisse que la première. Ces fibres sont réunies en petits groupes, séparés par du tissu conjonctif, et offrent sur les coupes transversales une disposition régulière et élégante.

Quant au feuillet splanchnique, il présente d'abord une couche de fibres transversales (*m.t.i*) immédiatement appliquée contre l'épithélium intestinal, et en dehors d'elle, des fibres longitudinales (*m.l.i*) également réunies en groupes distincts. Entre ces deux parois musculaires, on trouve des fibres musculaires entrecroisées, dont la plupart ont une direction longitudinale, entremélées d'éléments conjonctifs, au milieu

desquels se montrent les lacunes plus ou moins développées remplies par un coagulum. Les éléments conjonctifs consistent en fibrilles anastomosées, avec de nombreux noyaux, supportant les éléments musculaires sous lesquels elles disparaissent, par places, complètement.

Les fibres musculaires transversales, développées dans les parois somatique et splanchnique du mésoderme, ne se remarquent guère que dans le collier; dans les autres régions du corps, les fibres musculaires n'offrent plus cette disposition régulière qui vient d'être indiquée. Il n'existe, en effet, que des fibres longitudinales ou offrant une direction oblique, qui forment, dans la paroi du corps comme dans la paroi de l'intestin, une couche qui devient de moins en moins distincte et tend à se confondre avec les éléments remplissant la cavité générale, à mesure que l'on s'éloigne de l'extrémité antérieure du corps. A partir de la région hépatique et jusqu'à l'extrémité postérieure du corps, l'ensemble des tissus mésodermiques qui séparent l'épithélium extérieur de l'épithélium intestinal, forme une lame unique très mince, dans laquelle on trouve toujours des fibres musculaires et des éléments conjonctifs, mais qui ne sont plus disposés, comme précédemment, en une paroi externe et une paroi interne séparées par une masse intermédiaire.

Les deux sacs coelomatiques de la larve, non seulement ont leur cavité oblitérée par le développement d'un tissu mésenchymateux, mais sont incomplètement séparés sur les lignes médianes dorsale et ventrale, du moins chez le *B. sarniensis.* Nous avons vu, en étudiant les organes situés à la base de la trompe, qu'il existait dans le collier deux espaces parfaitement définis (fig. 4 à 9 et 13, *c.g.*) qui ne sont autre chose que des portions de la cavité générale séparées du reste de cette cavité par une paroi. Ces deux espaces prennent naissance à la base de la trompe, et existent sur toute la longueur du pédicule qui la rattache au collier. Une très petite portion des tissus conjonctifs et musculaires de la trompe reste en dehors de ces deux espaces, et traverse aussi le pédicule pour se perdre dans les tissus de la cavité générale du collier, du moins en partie. Ce sont surtout des fibres musculaires longitudinales (fig. 5, 6 et 7, *l.tr.*), réunies par petits groupes séparés par des tissus conjonctifs, qui s'insèrent pour la plupart sur la plaque pharyngienne.

Les deux espaces *c. g.* qui se sont aussi séparés du reste de la cavité générale sur le côté dorsal, restent distincts sur toute la longueur du collier. Mais à l'extrémité postérieure de celui-ci, vers le point où le cordon nerveux se termine en s'ouvrant dans l'épithélium externe, les deux espaces jusqu'àlors parfaitement délimités cessent d'offrir une paroi distincte, et les éléments qui s'y trouvaient renfermés, éléments d'ailleurs identiques à ceux qui remplissent la cavité générale, se confondent avec ces derniers. Or dans toute la portion du corps située en arrière du collier, les deux sacs coelomatiques de la larve, en s'adossant sur les lignes médianes dorsale et ventrale, donnent naissance à des mésentères, un mésentère dorsal (fig. 14, 25 et 26, *m. d.*) et un mésentère ventral (*m. v.*), qui s'étendent d'une façon continue et sans interruption sur toute la longueur du corps, de l'épithélium intestinal à l'épithélium extérieur, et qui comprennent dans leur épaisseur les vaisseaux longitudinaux dorsal et ventral. Les deux moitiés de la cavité générale se trouvent donc ainsi séparées d'une manière complète.

Mais au niveau du collier les dispositions sont modifiées de la manière suivante. Les premières coupes transversales du collier n'offrent ni mésentère dorsal ni mésentère ventral; ces cloisons n'apparaissent que sur les coupes passant en arrière de l'orifice du diverticulum pharyngien. On distingue alors un mésentère qui s'étend de la face dorsale du système nerveux jusqu'au bord interne de la couche épithéliale externe (fig. 14, *m. d.*), et un mésentère qui s'étend sur la ligne médiane ventrale, de l'épithélium externe à la couche des fibres musculaires transversales de l'intestin (*m. v.*), quand cette couche est distincte; mais il se continue jusqu'au bord externe de l'épithélium intestinal quand cette assise musculaire n'est pas représentée.

Dans la région postérieure du collier, comme le cordon nerveux dorsal se rapproche de l'épithélium externe à la surface duquel il viendra s'ouvrir, le mésentère sus-nervien devient de plus en plus étroit et finit par disparaître par le fait même que l'espace qui sépare le cordon nerveux de la couche épithéliale se réduit à zéro. Au contraire, la lamelle conjonctive qui séparait les deux espaces *c. g.* jusqu'alors tout à fait clos, s'allonge, sans cependant perdre ses relations et sans abandonner le cordon nerveux; et quand ce cordon aura disparu, quand les deux espaces *c. g.* ne seront plus distincts, changements qui se pro-

duisent au niveau du bord postérieur du collier, cette lamelle constituera un mésentère s'étendant de la face ventrale du tronc nerveux dorsal jusqu'à la couche épithéliale de l'intestin et comprenant dans son épaisseur le vaisseau dorsal.

Quant au mésentère ventral du collier il ne se modifie pas en sortant du collier, et depuis le commencement du collier jusqu'à l'extrémité postérieure du corps, il conserve constamment la même forme et les mêmes caractères.

Au niveau du collier la couche épithéliale externe est épaisse: elle est formé de cellules allongées, cylindriques, au milieu desquelles on ne remarque qu'un petit nombre de cellules à mucus. Mais au niveau de la région branchiale, celles-ci deviennent très nombreuses et se présentent sous forme de cellules fortement gonflées qui refoulent les cellules voisines dont les parois s'accolent et se soudent ce qui donne aux coupes l'aspect représenté sur la fig. 29. Cette couche épithéliale conserve les mêmes caractères jusqu'à l'extrémité postérieure du corps, mais elle va continuellement en s'amincissant. Son épaisseur qui, au niveau du collier, était de 0,25 mm environ, se réduit en effet à 0,08 au-delà de la région hépatique.

Au niveau de la région hépatique la couche épithéliale présente les modifications suivantes. Sur le côté ventral du corps où les coecums hépatiques n'existent pas, l'épithélium est large et très glandulaire, tandis que sur les parois des coecums (fig. 27) il est très mince, et constitué par des cellules cubiques formant une couche régulière et dépourvue de glandes, mais qui s'élargit à l'extrémité des culs-de-sacs en acquérant de nouveau des glandes à mucus.

La cavité digestive est cylindrique au niveau du collier (fig. 14); elle se rétrécit au niveau de la région branchiale par suite de la présence des branchies qui en occupent la moitié supérieure. Les différentes formes que présente la coupe de l'intestin le long de cette région, ont été suffisamment décrites et figurées par Kowalevsky pour qu'il ne soit pas necessaire de revenir sur ce sujet. La fig. 25 représente une coupe transversale passant vers le milieu de la région branchiale. Dans la région génitale, la forme de l'intestin varie suivant le développement que prennent les glandes génitales et les fibres musculaires dans l'étui musculo-cutané. Il présente en général une coupe rec-

tangulaire (fig. 26). Dans la région hépatique et au delà jusqu'à l'anus, sa cavité est très irrégulière.

Les cellules épithéliales de l'intestin sont très longues, étroites, et à parois minces; elles offrent les mêmes caractères sur toute la longueur de l'intestin; seulement la couche qu'elles forment offre dans le collier un épaisseur de 0,4 à 0,5 mm qui se réduit à un dixième seulement dans la région génitale.

Dans la région hépatique, l'intestin offre une série de diverticulums pairs, simples poches placées les unes derrière les autres, s'ouvrant par une large ouverture dans la cavité intestinale (fig. 27) et n'offrant pas cette disposition compliquée qui a été reconnue chez certaines espèces de Balanoglossus. Ces diverticulums ne sont développés qu'à la face dorsale de l'intestin. La lame musculo-fibreuse ne subit au niveau des poches aucune modification, mais les cellules épithéliales intestinales, très courtes dans la région génitale, et la moitié ventrale du tube digestif dans la région hépatique, se développent et deviennent très longues dans les diverticulums (fig. 27 et 28). Elles se terminent intérieurement par une extrémité renflée, renfermant un protoplasma trouble et granuleux; leurs noyaux volumineux renferment de nombreuses granulations de nucléine. Enfin elles offrent en dehors et en dedans de la couche des noyaux de nombreuses granulations d'une couleur vert-foncé, parfaitement conservées sur des pièces traitées successivement par l'alcool, l'éther, et le chloroforme. Ces granulations existent aussi dans les cellules de la paroi ventrale de l'intestin et elles se continuent aussi au-delà de la région hépatique sur une certaine distance vers l'extrémité postérieure. C'est à ces granulations qu'est due la couleur verte qu'on observe, sur les animaux vivants, dans cette région.

Système circulatoire. La description que je vais donner du système circulatoire chez le *B. sarniensis* diffère sensiblement de celle de Kowalevsky. J'ai vivement regretté de n'avoir pas pu pratiquer d'injections sur mes échantillons car les résultats que l'on obtient en étudiant des coupes successives, si excellente que soit cette méthode, demandent à être complétés et vérifiés par des injections faites sur des animaux vivants. Avant d'indiquer la disposition des troncs vascu-

laires que j'ai reconnus et suivis sur mes coupes, je dois faire la remarque que j'ai déjà faite en étudiant le coeur. S'il est facile de distinguer sur une coupe l'existence d'un vaisseau grâce à la présence du sang coagulé et fortement coloré qui le remplit, il est au contraire difficile et souvent impossible d'affirmer l'existence d'une paroi quand les pièces n'ont pas subi un traitement approprié. J'applique donc le nom de vaisseaux, ou de branches vasculaires, à ces espaces remplis de sang coagulé, dont je trouve la correspondance sur les coupes transversales, horizontales et sagittales, qui se rencontrent sur toutes les préparations dans les mêmes points et avec les mêmes relations, mais je laisse forcèment dans le doute la question de savoir si quelques-uns de ces espaces sont des vaisseaux parfaitement définis, ayant des parois propres, ou seulement des simples lacunes vasculaires.

Il a été dit que l'organe central du système circulatoire était un sac aplati situé à la face dorsale du diverticulum pharyngien. De ses deux prolongements latéraux antérieurs partent des vaisseaux qui se rendent dans les parois de la trompe et cheminent en dessous de la couche nerveuse (fig. 11 et 19, *c.l.*) et dont on peut reconnaître l'origine sur les coupes horizontales mieux que sur les coupes sagittales. Ces vaisseaux doivent être assez nombreux à en juger par les coupes transversales faites à la base de la trompe. Le coeur donne aussi de nombreuses branches qui se répandent sur l'extrémité antérieure et la face ventrale du diverticulum pharyngien (fig. 19); on en trouve quelques unes sur la coupe transversale, fig. 4. Ces branches sont très serrées, et, sur les coupes longitudinales, la face ventrale du diverticulum parait entourée d'un large espace vasculaire; elles s'anastomosent aussi avec les vaisseaux des parois de la trompe. Par ses faces latérales, le coeur donne enfin de nombreux rameaux qui se distribuent dans le tissu de la glande proboscidienne.

En arrière le coeur offre un prolongement médian se continuant avec un vaisseau placé en dessus du diverticulum, entre celui-ci et le canal dorsal de la trompe (fig. 7), puis entre le diverticulum et le cordon nerveux dorsal du collier (fig. 8, *c.m.* et fig. 9 et 13, *v.d.*), quand celui-ci a fait son apparition. Ce vaisseau situé en dessous du cordon est peu développé; il donne plusieurs branches latérales qui se réunis-

sent sur la face dorsale du cordon pour former un vaisseau sus-nervien (fig. 13, 14, 15 et 17, *v. n.*), qui forme le tronc longitudinal dorsal le plus important du collier.

Le vaisseau sus-nervien n'a pas un long trajet. Situé à la face dorsale du cordon, il s'éteint quand ce cordon se termine et ne dépasse pas par conséquent le bord postérieur du collier. Au contraire, le vaisseau situé en dessous de ce même cordon devient plus gros quand le premier disparaît, et il se continue jusqu'à l'extrémité postérieure du corps en dessous du nerf dorsal médian, toujours compris entre les deux feuillets du mésentère dorsal (fig. 25 et 26, *n.d.*).

Les deux prolongements postérieurs du coeur situés de chaque côté de la plaque squelettique fournissent d'abord, par leur bord interne et vers le milieu de la plaque, une expansion courte formant une sorte de lacune dans la partie médiane de la plaque (fig. 11 et 19, *v.p.*), qui la partage en deux portions égales ou inégales suivant les plans par lesquels passent les coupes.

Les deux prolongements postérieurs quittent ensuite la plaque, s'éloignent de la ligne médiane dorsale (fig. 9, *c.p.*) et se recourbent vers la région ventrale en présentant un trajet oblique dans la couche musculaire de l'intestin. En se réunissant sur la ligne médiane, ils donnent naissance au vaisseau longitudinal ventral (fig. 14, 25 et 26, *v.v.*), qui existe sur toute la longueur du corps et se continue en avant au-delà de point du réunion de ses deux troncs d'origine jusqu'au bord antérieur du collier (fig. 19, *v.v.*). Ce vaisseau ventral est d'abord situé dans le collier entre la couche musculaire transversale et la couche longitudinale de la paroi de l'intestin; mais vers le bord postérieur du collier, il se rapproche du tronc nerveux ventral qui vient d'y faire son apparition et se place à la face dorsale de ce tronc qu'il n'abandonnera plus.

Les deux vaisseaux longitudinaux dorsal et ventral envoient latéralement de nombreuses branches, qui suivent les mésentères dorsal et ventral, et se ramifient, les unes entre l'épithélium extérieur et les muscles de la paroi du corps, les autres entre l'épithélium de l'intestin et sa couche musculaire. Ces vaisseaux s'anastomosent ensemble, et les deux vaisseaux longitudinaux se trouvent ainsi mis en communication (fig. 14). Ces branches sous-épithéliales envoient aussi des

rameaux transversaux qui se distribuent dans toute l'épaisseur des tissus formant le large étui mésodermique.

Il faut remarquer que, dans le collier, les branches qui se distribuent à la paroi intestinale ne rampent pas immédiatement sous l'épithélium, mais sont situées entre les couches musculaires transversale et longitudinale de l'intestin, de même que le tronc qui les fournit. Quand la couche musculaire transversale n'existe pas, elles sont naturellement appliquées contre l'épithélium.

Quant au vaisseau sus-nervien qui tire son origine du vaisseau longitudinal sous-nervien, il donne aussi de nombreux rameaux qui vont s'anastomoser avec les branches du réseau vasculaire sous-cutané. En particulier, il donne au niveau des trois cylindres verticaux qui s'étendent de la face dorsale du cordon nerveux à l'extérieur, des branches très développées qui s'appliquent contre la surface de ces cylindres et se jettent dans les vaisseaux sous-épithéliaux.

Comme il a été dit plus haut que les mésentères dorsal et ventral n'apparaissaient dans le collier qu'à une certaine distance de son bord antérieur, il s'ensuit que les vaisseaux dorsal et sus-nervien ne donnent pas de branches externes dans la première partie de leur trajet, mais seulement à partir du point où les mésentères sont développés.

Mes observations sur la distribution des vaisseaux dans la région branchiale sont malheureusement incomplètes. On comprend qu'il soit fort difficile de suivre sur les coupes des troncs vasculaires et d'en reconnaître les relations dans une région si compliquée et où ils offrent de nombreuses divisions et de fréquentes anastomoses. Je crois cependant pouvoir confirmer, en partie du moins, les observations de Kowalevsky: mes coupes transversales, en effet, me donnent des images qui correspondent aux descriptions du savant professeur russe. Au niveau de la région branchiale, le vaisseau dorsal offre un volume considérable (fig. 25, *v.d.*), puisque son diamètre est de 0,25 à 0,30 mm, au lieu que dans le collier il n'a que 0,02 ou 0,03 mm. En dehors de ce tronc et de chaque côté de la ligne médiane, j'observe deux troncs plus petits (fig. 25, *v.l.*) situés entre les sacs branchiaux et la couche épithéliale de la face dorsale du corps, et qui correspondent évidemment aux deux vaisseaux latéraux qu'il désigne par les lettres *e* dans la figure 4

de son mémoire. Et enfin dans les lobes latéraux de la face dorsale, entre l'épithélium et les glandes génitales déjà très développées sur le milieu de la région branchiale, je remarque, mais sur quelques coupes seulement, deux autres vaisseaux (*v' l'*) qui correspondent peut-être aux vaisseaux *mm* de la même figure 4. Ces deux paires de vaisseaux n'existent plus dans la région génitale. Kowalevsky a reconnu que ces vaisseaux provenaient du vaisseau dorsal médian, disposition que je puis confirmer pour les vaisseaux *v. l.*, les plus rapprochés de la ligne médiane.

Quand aux vaisseaux latéraux *v' l'*, ne les observant que sur quelques coupes seulement, je ne puis en indiquer l'origine. Mais j'insiste sur l'existence des vaisseaux latéraux, au moins des vaisseaux *v. l.*, parce que Spengel n'a pas retrouvé les vaisseaux décrits par Kowalevsky.

Au-delà des branchies, dans le commencement de la région génitale, le vaisseau dorsal conserve encore sur une certaine partie de son trajet, un calibre considérable, puis il se rétrécit peu à peu pour reprendre les dimensions qu'il avait dans le collier.

Branchie. J'ai peu de choses à dire sur l'appareil branchial qui, chez le *B. sarniensis*, est identique à celui des *B. minutus* et *claviger* fort bien décrit par Spengel. Les sacs branchiaux (fig. 23 et 24), expansions de la paroi dorsale de l'intestin, sont très allongés, et s'ouvrent à l'extérieur par un canal étroit et sinueux (*c. b.*), traversant les couches musculaire et épithéliale de la face dorsale du corps. Ils communiquent avec la cavité digestive par une ouverture très large, obturée en grande partie par une formation que Spengel a appelée l'opercule, et qui ne laisse libre de cette ouverture qu'une simple fente annulaire. L'opercule (*o. p.*) se développe largement dans la cavité du sac. Il est formé de deux feuillets épithéliaux, soudés par leurs bords, et soutenus chacun par une lame résistante ayant la même structure que la plaque squelettique du pharynx. Le sac branchial est aussi formé de deux feuillets épithéliaux également soutenus par des lames homogènes. Ce squelette des branchies offre la disposition qui est représentée sur la fig. 24, c'est-à-dire que la lame commune à deux sacs branchiaux voisins, s'unit à la lame du feuillet antérieur de

l'opercule qui le suit et à la lame du feuillet postérieur de l'opercule qui le précède par de petites branches transversales (*b. t.*). Il résulte de cette disposition la formation de ces fourchettes à trois branches figurées par les anciens observateurs dont les descriptions ont été rectifiées par Spengel. Ces branches sont peut-être moins nombreuses et plus écartées dans mon espèce que chez le *B. claviger*, mais je ne puis en juger avec certitude, Spengel n'ayant encore publié que des figures schématiques.

Entre l'appareil branchial et l'épithélium de la face dorsale du corps, se trouvent de nombreuses fibres musculaires irrégulièrement disposées comme dans la région post-branchiale. Spengel parle de faibles sphincters existant autour des orifices extérieurs des sacs. Sur mes coupes sagittales, j'observe aux extrémités des sacs branchiaux, lorsque les parois accolées de deux sacs voisins se séparent l'une de l'autre, des espaces occupés par des muscles coupés transversalement ou obliquement (*m. b.*). Ces fibres paraissent entourer les canaux extérieurs des branchies, et peuvent sans doute par leur action, agrandir ou resserrer le calibre de ces canaux.

Les deux canaux découverts par Spengel, les *Kragenporen*, qui prennent naissance sur la paroi des sacs branchiaux de la première paire pour s'ouvrir dans la cavité générale du collier, appartiennent aussi à la région branchiale. Spengel dit que ces canaux ont leur paroi dorsale fendue sur toute sa longueur, de telle sorte que sur les coupes transversales ils présentent une cavité semi-lunaire. J'observe au contraire que, vers le milieu de leur longueur, ces canaux offrent une forme parfaitement cylindrique, et ne se présentent sous forme de gouttière qu'à leurs deux extrémités. Voici du reste ce que je constate sur une série de coupes transversales passant successivement par l'extrémité postérieure du collier et le commencement de la région branchiale. Sur les premières coupes, où le cordon nerveux dorsal du collier se présente comme un canal tapissé d'une couche de cellules parfaitement régulière et entourant une lumière centrale (coupes qui par conséquent passent en avant de l'ouverture dorsale de ce cordon), on voit apparaître, au milieu des tissus conjonctifs et musculaires qui remplissent la cavité générale du collier, et de chaque côté de la ligne médiane, deux bandes de cellules épithéliales qui se recourbent peu à

peu par leurs bords pour former chacune une paroi de canal incomplet, dont la concavité est tournée vers la face dorsale du corps. Elles offrent donc sur les coupes transversales la forme d'un croissant dont les cornes sont tournées en haut. Sur les coupes suivantes, on voit chaque bande s'allonger en se recourbant, et les deux extrémités, les deux cornes du croissant, viennent à la rencontre l'une de l'autre puis se réunissent pour former un canal complet, dont la coupe est à peu près circulaire, et qui possède une lumière régulière. Les cellules qui en forment la paroi sont columnaires. A mesure qu'on étudie d'autres coupes, on remarque que la paroi ventrale du canal disparaît peu à peu: il offre alors de nouveau en coupe la forme d'un croissant, mais dont la concavité est tournée vers la face ventrale, c'est-à-dire que sa position est inverse de celle qu'il avait primitivement. Les deux extrémités du croissant se continuent latéralement avec les tissus de la cavité générale. Peu à peu les croissants s'aplatissent, se rapprochent du premier sac branchial et leurs éléments se confondent avec les cellules épithéliales de ce sac. La coupe représentée sur la fig. 18 montre ces deux canaux coupés vers le milieu de leur longueur; le canal du côté gauche offre un contour circulaire; celui du côté droit offre déjà la forme d'un croissant.

Les deux pores du collier ont donc, chez le *B. sarniensis*, la forme d'une gouttière qui dans sa partie moyenne se convertit en un canal par le rapprochement de ses bords; et tandis que dans sa partie antérieure, la concavité de la gouttière est tournée vers la face dorsale, dans la partie postérieure elle est au contraire tournée vers la face ventrale. La portion tubulaire ne doit pas être bien longue car je ne l'observe que sur six ou huit coupes successives (mes coupes ont environ un trentième de millimètre d'épaisseur).

Sur la coupe sagittale représentée fig. 22, on retrouve en *p. c.* le bord externe d'un de ces canaux qui s'est confondu avec la paroi du premier sac branchial.

Glandes génitales. Elles apparaissent déjà vers le milieu de la région branchiale et se continuent jusqu'au voisinage de la région hépatique.

Dans la région génitale, elles forment quatre séries régulières:

deux à la face dorsale, de chaque côté de la ligne médiane, et deux à la face ventrale du corps.

Ces glandes se présentent comme des masses ovoides, ayant une largeur de 0,3 à 0,4 mm sur une longueur de 0,5 à 0,7 mm. Suivant qu'elles sont plus ou moins volumineuses, elles modifient la forme de la coupe de l'intestin dans une région donnée.

A l'époque où j'ai capturé mes échantillons de Balanoglossus, les glandes génitales n'étaient pas en activité. Je n'ai jamais constaté, chez les individus vivants, des différences d'aspect ou de coloration qui parussent indiquer la distinction des sexes. Sur les coupes, j'observe que le tissu de ces glandes est constitué par des globules arrondis, colorés par le carmin en rose, et formant des amas mamelonnés ou disposés sous forme de bandes radiales. Au milieu de ces globules, il s'en trouve d'autres qui sont plus pâles ou complètement incolores, et assez réfringents, qui sont peut-être des globules graisseux dont la graisse aurait été en partie dissoute par les réactifs. Parmi ces éléments, on rencontre enfin des granulations de pigment jaune, plus ou moins abondantes.

Ces différents éléments qu'il aurait fallu pouvoir étudier chez des animaux frais correspondent très bien à ceux qui ont été décrits par Kowalevsky dans les glandes génitales de ses Balanoglossus en dehors de l'époque de la reproduction.

Il n'est pas d'animal dont la position systématique ait été discutée comme celle du Balanoglossus.

Tour à tour rapproché des Tuniciers, des Némertes, des Echinodermes, et des Vertébrés, il n'a pas encore pu trouver sa place dans la classification. Je suis loin d'avoir la prétention de résoudre un problème aussi difficile; mais je voudrais résumer ici quelques réflexions qui m'ont été suggérées, pendant le cours de mes recherches, par l'étude de certains organes, et par l'importance que je crois devoir attacher à certaines dispositions.

Il y a peu de choses à dire sur les ressemblances du Balanoglossus avec les Némertes et avec les Tuniciers. Autrefois on a com-

paré la trompe du Balanoglossus à celle d'un Némertien; mais maintenant que nous possédons des documents complets sur la structure et sur le développement de cet organe dans les deux groupes, il ne peut plus être question d'un semblable rapprochement. La trompe du Balanoglossus qui dérive du lobe préoral de la Tornaria, est bien différente de la trompe d'un Némertien qui naît d'une invagination ectodermique. S'il était prouvé que la gaine proboscidienne des Némertes a bien réellement une origine endodermique, on pourrait peut-être la comparer au diverticulum pharyngien du Balanoglossus. Ce rapprochement pourrait être admis par des naturalistes qui, comme Hubrecht, cherchent dans la gaine proboscidienne des Némertes un organe homologue à la chorde dorsale des Vertébrés. Mais pour trouver dans le Balanoglossus des organes caractéristiques d'un Vertébré, il n'est pas nécessaire de passer par les Némertes. Enfin la structure du système nerveux exclut toute idée de parenté du Balanoglossus avec ce dernier groupe; il y a bien, il est vrai, un anneau de substance nerveuse à la base de la trompe, mais cet anneau qui est situé en dehors de la bouche n'a pas les caractères d'un organe central et nous ne pouvons pas le comparer aux masses nerveuses de l'extrémité antérieure du corps chez les Némertes.

Les ressemblances du Balanoglossus avec les Tuniciers ne sont pas non plus bien profondes, et ne sont pas de nature à indiquer un lien de parenté puisqu'elles ne portent que sur l'appareil branchial. Or cet appareil présente dans tout le règne animal un trop grande variation pour qu'il puisse servir à établir des homologies. Les ressemblances cependant n'en sont pas moins indiscutables; et comme les Tuniciers sont proches parents des Vertébrés, que le Balanoglossus présente avec les Chordata une parenté sur laquelle j'insisterai tout à l'heure, nous ne devons pas perdre complètement de vue que l'appareil branchial du Balanoglossus, des Tuniciers et de l'Amphioxus offrent une structure fondamentale identique.

Il reste maintenant à discuter les deux autres hypothèses émises sur la parenté du Balanoglossus, hypothèses qui s'appuyent sur des faits beaucoup plus précis, dont l'une a été formulée et développée avec un grand talent par Metschnikoff qui a rapproché le Balanoglossus des Echinodermes, et l'autre par Bateson qui l'a rapproché des Ver-

tébrés. Les affinités du Balanoglossus avec ces deux types reposent sur des caractères très différents; mais il est bien difficile de choisir entre les deux hypothèses car on ne saurait nier que la larve du Balanoglossus ne soit constituée comme une larve d'Echinoderme, ni que l'animal adulte n'offre avec les Vertébrés des ressemblances qui s'imposent forcément à l'esprit. Les zoologistes qui sont portés à attribuer une grande importance à la forme larvaire et qui estiment que la connaissance de cette forme doit fournir des renseignements plus précis que l'étude de l'animal adulte, admettront un lien de parenté entre le Balanoglossus et les Echinodermes, tandis que ceux qui accordent de l'importance à la structure et aux relations des organes chez l'adulte, rangeront plus volontiers le Balanoglossus à côté des Chordata.

Dans sa note publiée dans l'*Anzeiger*, Metschnikoff a discuté avec beaucoup de compétence la parenté du Balanoglossus avec les Echinodermes; il cite des faits qui ont certainement une grande valeur et qui parlent en faveur de sa manière de voir. Il est inutile que je reproduise ici l'argumentation développée par Metschnikoff: la Tornaria est une véritable larve d'Echinoderme; on ne peut le nier. Elle diffère cependant d'une larve ordinaire d'Echinoderme, d'un *Echinopoedium*, par exemple, par quelques caractères assez importants résumés par Giard dans les lignes suivantes: „La présence chez cette larve d'un coeur très particulier que l'on n'a jamais observé chez les larves d'Echinodermes, l'apparition relativement tardive des couronnes ciliaires, l'existence d'une bande musculaire unissant le système aquifère au point médian des taches oculiformes, sont autant de points qui me laissent encore quelques doutes et réclament de nouvelles investigations; Metschnikoff passe un peu trop facilement à côté de ces difficultés."

Si la Tornaria est proche parente d'un Echinopoedium, si elle lui est presque complètement identique, ce que j'admets très volontiers, en revanche le Balanoglossus adulte offre une organisation telle, qu'on ne peut y découvrir aucune ressemblance importante avec un Echinoderme. Je reconnais à la verité que les phénomènes de dégénérescence qu'on a signalés dans les glandes génitales du Balanoglossus sont absolument identiques à ceux qui se passent chez les Echinides; Giard in-

siste avec raison sur cette ressemblance. J'ai moi même indiqué plus haut la complète analogie de structure qui existe entre la glande proboscidienne du Balanoglossus et la glande madréporique des Echinides. Mais ces ressemblances, à coup sûr fort curieuses, ne sont pas de celles sur lesquelles on peut se baser pour établir un lien de parenté.

Voici comment s'exprime Metschnikoff en parlant du Balanoglossus adulte. „L'hypothèse d'une proche parenté entre la Tornaria et l'Echinopoedium, dit-il, repose non seulement sur ces considérations embryogéniques, mais encore sur une réduction de l'organisation du Balanoglossus adulte au type Echinoderme. Le plan de structure n'offre, sous ce rapport, aucune difficulté parce que la symétrie bilatérale est typique pour les larves de ces derniers animaux; la différence consiste seulement en ce que chez le Balanoglossus la symétrie bilatérale persiste durant la vie entière, la disposition radiaire des organes n'arrivant pas au développement.“ Les ressemblances les plus importantes que Metschnikoff trouve entre le Balanoglossus et les Echinodermes sont les suivantes. „Le système aquifère est représenté chez le Balanoglossus par le sac de la trompe, et l'ouverture de cette dernière au dehors se fait par un pore dorsal homologue de l'organe correspondant des Echinodermes. . . . Le sac aquifère au lieu de se différencier en diverses parties (anneaux, troncs ambulacraires) disposés radiairement, reste à un stade antérieur de l'évolution. . . . La soi-disant trompe ne doit plus être considerée que comme un tentacule ambulacraire unique, et doit être parallélisée avec les formations analogues des Echinodermes, avec les tentacules des Holothuries notamment.“

Ce sont là des hypothèses fort ingénieuses et très séduisantes, mais qui ne reposent pas sur des preuves suffisantes. Je ne puis pour ma part, admettre que la trompe du Balanoglossus soit un ambulacre ou un tentacule d'Echinoderme; non seulement rien ne le prouve, mais il y a des raisons pour repousser une semblable assimilation. Nous savons en effet comment se forme la trompe du Balanoglossus: c'est le lobe préoral de sa larve qui se développe et acquiert une musculature particulière pour lui donner naissance. Or y a-t-il dans ce développement quelque chose qui rappelle la formation d'un ambu-

lacre d'Echinoderme qui se développe, comme on sait, d'une manière bien différente?

En somme, je le répète, la larve du Balanoglossus rappelle une larve d'Echinoderme, mais si l'on essaye de comparer l'animal adulte à un Echinoderme, on se heurte à des difficultés insurmontables. Or si l'on compare le Balanoglossus à un Vertébré, on trouvera, et dans l'embryogénie, et dans l'organisation de l'animal adulte, des ressemblances d'ordre beaucoup plus important, il me semble du moins, que celles dont Metschnikoff s'est servi pour établir son raisonnement.

S'il est un organe éminemment caractéristique de l'organisme du Vertébré, c'est à coup sûr la chorde dorsale, c'est-à-dire une formation qu'on s'accorde généralement à considérer comme ayant une origine endodermique, au moins chez les Vertébrés inférieurs, qui court le long de la ligne médiane du corps en dessus de l'intestin et en dessous du système nerveux central, et qui offre une structure et un mode d'évolution parfaitement déterminés. Or ne trouvons nous pas dans le diverticulum pharyngien du Balanoglossus tous les caractères de la notochorde? C'est un organe d'origine endodermique; il est situé sur la ligne médiane en dessous du système nerveux central et en dessus du pharynx; il présente enfin la structure si caractéristique de la notochorde. À la vérité la chorde dorsale des Vertébrés est un organe allongé et plein; le diverticulum pharyngien du Balanoglossus au contraire est creux, et il n'offre qu'un trajet très court puisqu'il s'étend surtout dans la cavité de la trompe, en avant du cordon nerveux dont il ne dépasse pas, en arrière, le tiers antérieur. Mais est ce un motif suffisant pour exclure toute homologie entre les deux organes? Je ne le crois pas, car il y a bien d'autres raisons plus solides pour affirmer cette homologie. Le diverticulum pharyngien donne de plus naissance par sa face ventrale et un peu par ses faces latérales, à une pièce squelettique, sorte de cartilage de soutien, dans lequel nous pouvons voir quelque chose d'homologue à la colonne vertébrale. Enfin le cordon nerveux du collier rappelle absolument par sa position, ses caractères histologiques et son développement, le canal médullaire des Vertébrés. Ce cordon nerveux offre même une structure tellement particulière qu'on ne trouverait pas un seul Invertébré possédant un système nerveux analogue J'ai déjà

dit que le fait que cet organe était un cylindre creux et non un cordon plein, ne devait pas avoir une importance considérable. D'ailleurs le cordon dorsal du collier n'est pas plein, mais il est seulement lacuneux.

Il est à peine besoin de rappeler combien l'appareil branchial offre d'affinités avec celui de l'Amphioxus. Cette ressemblance est même un des caractères qui ont le plus frappé les premiers observateurs, et, malgré les variations que cet appareil est susceptible de subir, nous ne devons pas négliger absolument cette ressemblance ; si elle était isolée et unique, elle n'aurait pas une grande valeur, mais elle en acquiert parce qu'elle vient s'ajouter à d'autres caractères communs au Balanoglossus et aux Chordata.

Enfin on peut rapprocher, comme le fait Bateson, les canaux qui s'étendent depuis la première paire de branchies jusque dans la cavité du collier, des tubes excréteurs qui ont été étudiés par Hatschek chez l'Amphioxus.

Des homologies remarquables paraissent donc exister entre la chorde dorsale, l'axe cérébro-spinal et la colonne vertébrale des Chordata, et le diverticulum, le cordon nerveux du collier et la plaque pharyngienne du Balanoglossus. Ces homologies portent sur des organes essentiels, elles s'appuient sur des relations qu'on regarde comme absolument caractéristiques des Vertébrés.

Que l'on considère une coupe transversale du Balanoglossus passant par le commencement du collier (fig. 9), et l'on ne pourra qu'être frappé par la structure et les relations des organes. La coupe est presque identique à celle qu'on obtiendrait en certaines régions du corps chez un embryon de Vertébré.

Les données que nous possédons sur le développement du Balanoglossus confirment encore ces homologies.

Nous savons en effet que le diverticulum pharyngien apparait de très bonne heure chez la Tornaria puisqu'il se développe aux stades *F* et *G* de Bateson, c'est-à-dire avant la formation de la première paire de sacs branchiaux, par un refoulement de la paroi de l'archenteron. Le développement de la chorde dorsale est assurément différent chez l'Amphioxus puisque cet organe se différencie sur toute la face dorsale de l'archentéron. Mais ce qu'il est important de constater,

c'est que le diverticulum apparait très peu de temps après l'établissement de la gastrula. Quelle signification attribuera-t'on à ce diverticulum si l'on rejette l'hypothèse d'une proche parenté avec les Vertébrés et si l'on fait dériver le Balanoglossus de la même souche que les Echinodermes? Le cordon nerveux du collier se développe d'après les mêmes processus que le système nerveux central des Vertébrés, et la plaque pharyngienne se forme aux dépens des cellules du diverticulum d'une manière qui rappelle ce qui se passe chez l'Amphioxus.

Des ressemblances aussi frappantes nous autorisent, je crois, à supposer que le Balanoglossus est un proche parent des Vertébrés, et qu'il dérive de la même souche que les Chordata. Bateson proposait dans son mémoire la classification suivante des Chordata : *Hemichordata* (Entéropneustes), *Urochorda*, *Cephalochorda* et *Vertebrata*. A-t-il voulu indiquer par là que les *Urochorda* descendent des *Hemichordata* et les *Cephalochorda* des *Urochorda?* Ce serait émettre une hypothèse qui n'est pas fondée sur des faits suffisamment établis. Je me contente de dire que le Balanoglossus est proche parent des Vertébrés; tracer un arbre généologique du Balanoglossus aux Vertébrés serait chose impossible dans l'état actuel de la science. Je suis d'autant moins disposé à le faire, que je partage complètement l'opinion des naturalistes qui voient dans l'Amphioxus et les Tuniciers, non pas les ancêtres des Vertébrés, mais au contraire des Vertébrés dégénérés. Et comme les ancêtres de ces deux groupes, les ancêtres du Balanoglossus ont dû se séparer de la souche des Vertébrés, soit avant, soit après eux, mais ils se sont différenciés et se sont développés dans une voie bien différente de celle qui fut suivie par les Urochorda et les Cephalochorda. Le Balanoglossus ne serait donc, pour moi, qu'un Vertébré dégénéré, dont la larve en s'adaptant à des conditions particulières d'existence, aurait acquis une forme et des caractères qui la font ressembler à une larve d'Echinoderme.

En résumé, le Balanoglossus à l'état de larve offre une ressemblance de forme incontestable avec une larve d'Echinoderme, mais c'est tout; et quand on compare l'animal adulte à une Holothurie ou à une Synapte, on ne trouve guère que des différences, mais pas de ressemblances essentielles dans l'organisation. Au contraire le Balanoglossus présente, et dans son embryogénie, et dans son organisation, des affi-

nités très étroites avec les Vertébrés; il ne s'agit plus ici de ressemblances extérieures auxquelles on ne peut accorder qu'une importance relative; nous constatons au contraire une composition fondamentale identique, et des homologies portant sur les organes les plus importants et les plus caractéristiques.

Nancy, Janvier 1886.

Index bibliographique.

Agassiz, A. Tornaria. — Ann. Lyceum Nat. Hist. New-York. Vol. VIII. 1866.

Agassiz, A. The history of Balanoglossus and Tornaria. Mem. Am. Acad. Vol. IX. 1873. (Extrait par Verill in: Amer. Journal of Sc. and Arts. Ser. 3. Vol. V. 1873), et par E. Perrier: Histoire du Balanoglossus et de la Tornaria in Archiv. Zool. Exp. Vol. II. 1873.

Bateson, W. On the development of Balanoglossus. — Ann. Nat. Hist. Vol. 13. Janv. 1884.

Bateson, W. Early stages in Development of Balanoglossus. — Quart. Journ. Micr. Sc. April 1884.

Bateson, W. Development of Bal. Kowalevskii. Quart. Journ. Supplement 1885.

Giard, A. Observations sur la note de Metschnikoff. Bull. Scient. Dép. du Nord. 4. année. Dec. 1881.

Giard, A. Description de deux nouvelles espèces de Balanoglossus. Comptes Rendus Ac. Sc. Paris. 1882.

Girard, Ch. Stimpsonia aurantiaca. — Proc. Acad. of Nat. Sc. Philadelphia. Vol. VI. 1853.

Keferstein, W. Untersuchungen über niedere Seetiere. Zeitschr. f. w. Z. Vol. XII. 1863.

Kowalevsky, A. Anatomie des Balanoglossus. — Mem. Acad. Imp. St. Pétersbourg. Vol. X. 1866.

Leidy, J. Balanoglossus aurantiacus near atlantic City. — Proc. Acad. Nat. Sc. Philadelphia. Vol. I. 1882.

Metschnikoff, El. Ueber eine Larve von Balanoglossus. Archiv f. Anat. 1866.

Metschnikoff, El. Ueber Tornaria. Göttinger Nachrichten. 1869.

Metschnikoff, El. Untersuchungen über die Metamorphose einiger Seetiere. Zeit. f. wiss. Zool. Vol. XX. 1870.

Metschnikoff, El. Ueber die systematische Stellung von Balanoglossus. — Zool. Anzeiger. Vol. IV. 1881. — Traduit par Dollo: Bull. Sc. Dép. Nord. 1881. Nr. 12.

Spengel, J. W. Ueber den Bau und die Entwickelung des Balanoglossus. — Amtl. Ber. d. Naturf. München 1877.

Spengel, J. W. Zur Anatomie des Balanoglossus. — Mitteil. aus der zool. Station Neapel. Bd. V. 3–4. Heft. 1884.

Willemoes-Suhm, R. Ueber einen Balanoglossus im Nordmeere. — Göttinger Nachrichten. 1870.

Willemoes-Suhm, R. Biologische Beobachtungen über niedere Meerestiere (über B. Kupfferi aus dem Oeresund). Zeit. f. w. Zool. Vol. XXI. 1871.

Explication des planches.

Lettres communes à toutes les figures.

b. bouche.
br. branchies.
b. l. lames formant le squelette de l'appareil branchial.
b. m. muscles entourant le canal extérieur des sacs.
b. s. sacs branchiaux.
b. t. branches transversales reliant l'opercule à la paroi des sacs.
c. coeur.
c. b. canaux extérieurs des sacs branchiaux.
c. g. espaces représentant les deux portions séparées du reste de la cavité générale sur la ligne médiane dorsale dans le collier.
c l. prolongements latéraux du coeur desquels s'échappent les vaisseaux des parois de la trompe.
c. m. prolongement médian du coeur.
c. p. prolongements postérieurs du coeur.
c. n. couche nerveuse à la base de l'épithélium externe.
d. diverticulum né de la paroi dorsale du pharynx, offrant les mêmes éléments que la chorde dorsale des Vertebrés.
d'. sa lumière.
e. e. couche épithéliale externe.
e. i. couche épithéliale de l'intestin.
g. glande de la trompe.
g. e. sa couche périphérique.
g. v. les vaisseaux de la glande proboscidienne.
g. g. glandes génitales.
i.. cavité digestive.
l. espaces ovalaires, en forme de lacunes, dans la portion celluleuse du cordon dorsal du collier.
m. d. mesentère dorsal.
m. v. mesentère ventral.
m. g. masse des tissus conjonctifs et musculaires remplissant la cavité générale.
m. tr. masse des tissus conjonctifs et musculaires remplissant la cavité de la trompe.
l. tr. muscles longitudinaux entourés de tissu conjonctif, continuant, dans le pédicule, les muscles de la trompe, et restant en dehors des deux espaces *c. g.*
m.l.e. muscles longitudinaux de la paroi du corps.
m.t.e. muscles transversaux de la même paroi.
m.l.i. muscles longitudinaux de la paroi intestinale.
m.t.i. muscles transversaux de la même paroi.
n. c. cordon nerveux dorsal du collier formant le système nerveux central.
n. d. nerf dorsal.
n. v. nerf ventral.
op. opercule des sacs branchiaux.
p. plaque squelettique pharyngienne.
p'. ses deux branches postérieures obliques.
p. f. portion fibreuse du cordon nerveux du collier.
p. c. portion celluleuse du même.
p. tr. pore dorsal de la trompe.
s. sac de la glande de la trompe.
v. br. vaisseaux des branchies.
v. d. vaisseau longitudinal dorsal (sous-nervien).
v. n. vaisseau sus-nervien du collier.
v. p. vaisseaux dans la plaque pharyngienne.
v. v. vaisseau longitudinal ventral.

Planche IV.

Fig. 1 à 9. Coupes transversales successives passant par la base de la trompe et par le pédicule qui la relie au collier.

Fig. 1. La coupe, passant par la base de la trompe, montre la glande et son sac encore peu distinct, et le diverticulum. — G = 55.

Fig. 2. Coupe passant en dessous de la précédente. Le sac de la glande offre des limites plus distinctes. — G = 42.

Fig. 3. Les parois de la trompe se sont rapprochées de la glande devenue plus mince. Le coeur aplati est visible entre le sac de la glande et le diverticulum. — *c. tr.*, portion de la cavité de la trompe remplie de granulations colorées. — G = 17.

Fig. 4. La glande est très-réduite et ne montre plus que sa couche périphérique renfermant des fibres musculaires longitudinales; son sac est encore très-large. La plaque pharyngienne apparait sous forme d'une lame homogène à la base de la couche nerveuse. — G = 30.

Fig. 5. La coupe passant en un point où la plaque offre un bord concave, celle-ci se présente sous forme d'un anneau. En dehors du sac très-rétréci de la glande proboscidienne, on distingue le canal dorsal de la trompe dont la paroi dorsale est formée de fibres conjonctives. — G = 30.

Fig. 6. Le sac de la glande proboscidienne a disparu. Le canal dorsal de la trompe est tapissé par une couche épithéliale continue. Les deux prolongements postérieurs du coeur envoyent des branches dans la milieu de la plaque pharyngienne. — G = 40.

Fig. 7. Le canal de la trompe s'ouvre à la face dorsale du pédicule. — G = 50.

Fig. 8. La coupe passe par le point où le collier se réunit à la face dorsale du pédicule de la trompe. Les deux prolongements postérieurs du coeur s'abaissent vers la paroi musculaire de l'intestin. — G = 48.

Fig. 9. Le cordon nerveux dorsal du collier remplace la couche nerveuse de la face dorsale du pédicule; les vaisseaux qui continuent les prolongements postérieurs du coeur s'écartent de la ligne médiane. La figure représente la partie dorsale d'une coupe transversale très-voisine du bord antérieur du collier. — G = 48.

Fig. 10. Portion d'une coupe longitudinale parallèle au plan sagittal et un peu en dehors de ce plan, montrant les relations respectives du diverticulum, du coeur, de la glande proboscidienne et de son sac. — G = 25.

Fig. 11. Coupe longitudinale horizontale du collier et de la base de la trompe, montrant le sac de la glande, mais non la glande elle-même, et la coupe oblique de la partie rétrécie du diverticulum occupant la face dorsale de la plaque pharyngienne. — G = 10.

Fig. 11 bis. Portion d'une coupe longitudinale sagittale passant par les trois cylindres remplis d'éléments nerveux qui s'étendent du cordon nerveux central à la couche épithéliale externe. — G = 75.

Planche V.

Fig. 12. *Balanoglossus sarniensis* de grandeur naturelle, dessiné d'après trois morceaux formant un individu complet, conservés dans l'alcool.

Fig. 13. Coupe transversale du collier près de l'orifice du diverticulum dans l'intestin. On voit les deux branches divergentes de la plaque squelettique et les deux troncs vasculaires dont la réunion formera le vaisseau ventral. — G = 22.

Fig. 14. Coupe transversale complète vers le milieu du collier montrant le cordon nerveux dorsal, les mésentères dorsal et ventral, et les vaisseaux qui se ramifient sous les couches épithéliales intestinale et externe. — G = 9.

Fig. 15, 16 et 17. Coupes transversales successives du cordon nerveux au niveau d'un des cylindres verticaux représentés en coupe longitudinale sur la fig. 11 bis. — G = 42.

Fig. 18. Portion d'une coupe transversale faite dans le commencement de la région branchiale, montrant les deux canaux situés à la face dorsale du corps au devant de la première paire de branchies (*p. br.*) et les deux troncs nerveux obliques (*n'*) qui se détachent du nerf dorsal pour donner naissance au nerf ventral. — G = 32.

Fig. 19. Coupe longitudinale sagittale de la base de la trompe et du collier pour montrer les relations des organes situés à la base de la trompe ou contenus dans son pédicule. — G = 10.

Fig. 20. Coupe longitudinale sagittale de la base de la trompe, du collier et du commencement de la région branchiale du *Balanoglossus minutus*. — G. 22.

Fig. 21. Coupe longitudinale du cordon nerveux vers le milieu du collier. — G = 160.

Planche VI.

Fig. 22. Coupe sagittale presque médiane de l'extremité postérieure du collier et du commencement de la région branchiale. On voit en *p. c.* les restes de la portion externe d'un pore du collier qui se confond avec les cellules épithéliales du premier sac branchial. — G = 9.

Fig. 23. Partie d'une coupe tangentielle sagittale des branchies, montrant les canaux extérieurs des sacs branchiaux, l'opercule, et quelques branches réunissant cet opercule à la paroi interne des sacs. — G = 42.

Fig. 24. Une portion de l'appareil branchial représenté dans la fig. 22 et étudié avec plus fort grossissement. — G = 45.

Fig. 25. Coupe transversale vers le milieu de la région branchiale. En *v. l.* et *v'. l'.* sont indiqués les vaisseaux latéraux de la région branchiale. — G = 12.

Fig. 26. Coupe transversale au commencement de la région génitale. — G = 12.

Fig. 27. Deux diverticulums hépatiques en coupe longitudinale; *h*, couche des cellules hépatiques remplies de granulations vertes; *m*, lame très-mince de tissus conjonctif et musculaire séparant les deux couches épithéliales. La couche épithéliale *e. e.* reste très mince sur les faces du diverticulum, mais s'épaissit à leurs extremités et offre en ces points de nombreuses cellules glandulaires. — G = 30.

Fig. 28. Une portion plus grossie de la coupe précédente; *h*, les cellules hépatiques avec leurs extrémités renflées renfermant un protoplasma granuleux; *h. n*, leurs

noyaux; *f. c.* fibres conjonctives, et *m.* fibres musculaires de la mince paroi du corps. — G = 220.

Fig. 29. Epithélium glandulaire dans la région génitale; *gl*, cellules glandulaires renfermant un mucus coagulé, finement granuleux; *m*, les fibres musculaires de la paroi du corps. — G = 145.

Fig. 30. Coupe longitudinale sagittale au niveau du point de réunion du collier avec le pédicule de la trompe, montrant la terminaison antérieure du cordon nerveux central. — G = 75.

Fig. 31. Coupe sagittale à l'extrémité postérieure du collier montrant la terminaison postérieure du cordon nerveux, et le canal central qui prend naissance dans sa partie celluleuse par l'écartement des cellules nerveuses. *c. d.* l'ouverture de ce canal à l'extérieur. — G = 34.

Fig. 32. Coupe longitudinale du nerf dorsal au commencement de la région génitale. — G = 100.

Druck von Leopold & Bär in Leipzig.

Varietät der Art. thyreoidea inf. access. comm.

von

Dr. A. D. Ónodi,

Erster Assistent am anat. und embryol. Institut zu Budapest.

Bei dem Herauspräparieren der rechten Supraclavicularregion fiel mir ein arterieller Bogen auf, welcher aus der Tiefe mit einer nach oben gerichteten mässigen Convexität zur hinteren Wand der A. carotis communis verlief. Bei genauerer Untersuchung ergab sich, dass ein mit einem 2 mm grossen Lumen versehener, 23 mm langer arterieller Stamm, aus dem rechten Truncus thyreocervicalis entspringend, mit der hinteren Wand der rechten A. carotis communis 4 mm oberhalb der A. anonyma sich verband. Der arterielle Stamm teilte sich, 3 mm von der Verbindungsstelle entfernt, in zwei gleich starke Aeste; der rechte Ast verlief an der rechten Seite der Trachea zum lateralen Teile des entsprechenden Schilddrüsenlappens, der linke überbrückte die Trachea, um an deren linker Seite den lateralen Teil des linken Lappens der Schilddrüse zu versorgen. Ich habe die gemeinschaftliche Kopfarterie aufgeschnitten und fand zu meiner Ueberraschung am Orte der Verbindung die Intima ganz glatt. Nach genauerer Untersuchung der Verbindung und Entfernung der Adventitia ergab sich, dass der beschriebene arterielle Bogen mittels eines 1,5 mm langen schmalen Bündels mit der hinteren Wand der A. carotis communis in Verbindung stand; das fixierende Bündel stand beiderseits mit der Media der Gefässe in directem Zusammenhang und an der Innenfläche des arteriellen Stammes zeigte sich, der Verbindungsstelle entsprechend, eine seichte, in das Bündel sich einsenkende Vertiefung der Intima.

Wie bekannt, können ausser den vier gewöhnlichen Schilddrüsen-

arterien noch zwei innere und zwei untere accessorische vorhanden sein. Wir finden in Henle's Handbuch die Beobachtung Patruban's angeführt, wo die aus einem gemeinsamen Stamm entstandenen Carotiden beiderseits eine A. thyreoidea inferior accessoria abgaben. Es ist bekannt, dass die rechte Carotis 1 cm oberhalb der Anonyma eine A. thyreoidea inferior accessoria abgeben kann, dass weiterhin von der rechten A. subclavia eine die Trachea überbrückende linke untere Schilddrüsenarterie und von der rechten A. carotis communis die linke untere Schilddrüsenarterie entstehen kann.

In unserem Falle haben wir es mit einer A. thyreoidea inferior accessoria communis zu thun. Wir erklären uns die Varietät folgendermaassen: vom Truncus thyreocervicalis wie auch von der A. carotis communis entstand eine A. thyreoidea inferior accessoria, beide vereinigten sich hinter der Carotis und nach der Vereinigung obliterierte der kürzere Stamm. Diese Auslegung giebt uns über das Formverhältnis und den Verlauf des beschriebenen arteriellen Bogens sowie über das arterielle Ligament befriedigenden Aufschluss.

Intorno al ganglio ottico degli artropodi superiori.

Memoria del

Dr. Giuseppe Bellonci,

Professore in Bologna.

(Con tavola VII.)

Le numerose ricerche fatte in questi ultimi anni intorno al così detto *ganglio ottico* degli artropodi hanno acquistato alla scienza molte importanti cognizioni particolari; ma, per la trascuratezza del processo sintetico, che in generale si deve deplorare nei lavori moderni, l' idea di cotesto organo non è, pei più, ben chiara, e regna una grande confusione nell' interpretazione delle parti, confusione che poi si riflette anche nelle descrizioni particolari.

Ho creduto perciò di non fare opera vana riprendendo con nuove ricerche l' idea che già sviluppai altrove, e cercando di rafforzarla.

Le mie ricerche nuove risguardano la mosca comune, il *Porcellio maculicornis*, l' *Idotea tricuspidata*, il *Nephrops norwegicus* e la *Squilla mantis*.

Nella *mosca*, due sono i fatti nuovi che debbo menzionare: 1° La presenza di un fascio incrociato di fibre nervose sottilissime (*Fo*) che riunisce il lobo ottico (*Lo*) al lobo olfattorio (*l.ol.*); 2° l' esservi, accanto a cotesto, un altro fascetto nervoso (*Fo'*) che congiunge il lobo olfattorio al lobo cerebrale superiore (corpo fungiforme). I rapporti del lobo ottico e del lobo olfattorio sono dunque nella mosca simili a quelli da me già descritti nella Grillotalpa [5].

Io ebbi già a paragonare il fascio incrociato suddetto a quello che congiunge il ganglio ottico coi lobi olfattorii [1]) nei crostacei podoftalmi

[1]) Fu nel *Nephrops norwegicus* che io dimostrai come la parte posteriore del

[*4*, *5*] e negli isopodi [*2*]. Lo stesso fatto, riscontrato in un dittero, viene ora ad avvalorare la mia comparazione.

Nei crostacei podoftalmi la parte posteriore del così detto ganglio ottico contiene quelle interessanti formazioni che io descrissi per la prima volta nella squilla [*4*], e che il Viallanes [*16*], due anni dopo e senza conoscere il mio lavoro, ha ritrovato e descritto nel *Palinurus langusta*. Rispetto a coteste formazioni, rilevai come i rapporti di struttura e di connessione delle masse ganglionari posteriori dei podoftalmi indichino che esse sono organi di elevatissime funzioni psichiche, come negli insetti lo sono i corpi fungiformi. E appoggiai questa considerazione col fatto che i corpi emielissoidale, allungato e reniforme della squilla, oltre ad avere una finissima tessitura, paragonabile a quella dei corpi fungiformi, sono pure connessi, per mezzo del fascio incrociato del peduncolo oculare, col lobo olfattorio, come i corpi fungiformi per mezzo d' un fascetto diretto. Non s' intenda però che con questo io voglia indicare una completa analogia delle due formazioni: essendochè le masse ganglionari posteriori del ganglo ottico dei crostacei hanno certamente maggior connessione colla funzione visiva che i corpi fungiformi degli insetti.

A questo punto è necessario stabilire il valore morfologico delle masse ganglionari posteriori del ganglio ottico dei crostacei podoftalmi, e vedere se esse, in confronto cogli edrioftalmi, debbano considerarsi come masse cerebrali distaccate dal cervello e unitesi ai due corpi stratificati del ganglio ottico, ovvero se appartengano, come formazioni nuove, al corpo stratificato posteriore. Già in miei precedenti lavori risolvetti la quistione in questo secondo senso [*2*, *4*]; e principalmente perchè nel corpo stratificato posteriore dello *Sphaeroma* trovasi l'accenno di una massa reticolata finissima, e perchè al corpo stratificato posteriore dell' *Idotea* è annesso un notevole rigonfiamento (fig. 4, *r*) che per posizione e struttura corrisponde alle masse posteriori della squilla, specialmente al corpo emielissoidale.

Per interpretare questi fatti, si può ammettere: 1° che le masse reticolate posteriori prendano origine dal corpo stratificato posteriore o in vicinanza di esso; 2° che esse abbiano origine cerebrale e che,

rigonfiamento laterale del cervello debba considerarsi come un lobo olfattorio, e i corpi sferici reticolati che vi si trovano siano glomeruli olfattorii [*3*].

nei due citati isopodi, siansi ridotte a rudimento secondariamente unitosi al corpo stratificato posteriore. Ora dimostrerò che, confrontando le parti cerebrali degli isopodi con quelle dei podoftalmi, questa seconda ipotesi non regge.

Negli isopodi (*Sphaeroma*, *Idotea* e più ancora *Porcellio*) il lobo superiore del cervello (*Ls*) è molto sviluppato, e lateralmente presenta due considerevoli masse fibrillari (*ma*), alle quali direttamente s' attacca la parte interna del ganglio ottico (*a*). Sono queste due masse omologhe alle masse reticolate posteriori del ganglio ottico dei podoftalmi? No, perchè esse sono invece perfettamente omologhe a masse reticolate cerebrali dei podoftalmi medesimi. Difatti, com' è noto, principalmente per le ricerche di Krieger nell' *Astacus* [*13*], nella parte mediana del cervello dei decapodi, astrazion fatta dai rigonfiamenti laterali, si distinguono tre grandi paia di masse reticolate: anteriori, medie e posteriori. Ed ora mi riferisco ad una figura (6ª [1]) che rappresenta una grossa fetta orizzontale mediana del cervello del *Nephrops norwegicus*, avvertendo che nella squilla si hanno gli stessi rapporti. Nella parte anteriore (che corrisponde alla superiore del cervello degli isopodi) si ritrovano le cellule nervose (*G*) che inviano i loro processi riuniti a fascetti, verso la parte intermedia del cervello. Esse corrispondono ai gruppi cellulari che si trovano nel lobo superiore degli isopodi, e sono riunite principalmente in due gruppi, come nell' Idotea (fig. 3); e i fascetti di fibre che da esse partono sono tre (f, f', f'') come negli isopodi: l' esterno dei quali (f'') va a risolversi nella massa reticolata laterale anteriore (*ma*). Al didietro (al disotto) di questi gruppi cellulari e vicino alla linea mediana si trovano due piccole masse reticolate (*m'*), le quali hanno le loro corrispondenti negli isopodi (fig. 3) Esternamente a queste vi sono le due grosse masse reticolate laterali anteriori (*ma*) che corrispondono a quelle summenzionate degli isopodi (fig. 2, 3, 5, *ma*). Ed invero, nessun' altra parte del cervello dei podoftalmi può ritenersi omologa a queste masse degli isopodi, poichè omologia completa si ha fra le altre parti del cervello delle due forme: le masse laterali intermedie (*mi*) dei podoftalmi corrispondono a quelle omonime degli isopodi, e così pure le masse posteriori (*mp*).

---

[1]) Figura semischematica, ricostruita coll' esame di sezioni sottili.

Per convalidare viemeglio questo confronto si noti che il sistema commissurale anteriore (*c*), che deriva in gran parte dalle fibre ottico-cerebrali, passa negli uni e negli altri subito al didietro (al disotto) delle piccole masse anteriori, e che il fascetto ottico-olfattorio (*Fo*) attraversa, negli uni e negli altri, la parte interna e superiore (posteriore negli isopodi) delle masse reticolate laterali anteriori, e *va a risolversi nella parte posteriore (interna) del ganglio ottico.*

Da questo confronto risulta dimostrato che il cervello dei podoftalmi contiene tutte le parti che si riscontrano in quello degli isopodi e che le due grandi masse laterali superiori (anteriori) degli isopodi corrispondono alle masse laterali anteriori (superiori) dei podoftalmi. Nel cervello degli isopodi non vi è dunque nessuna parte che possa corrispondere alle masse ganglionari posteriori del ganglio ottico dei podoftalmi. Esse sono dunque una formazione nuova e appartenente alla parte interna o posteriore del ganglio ottico.

A rafforzare questo concetto, ritorna il fatto della presenza di un accenno di masse ganglionari posteriori nel ganglio ottico dello *Sphaeroma;* il quale accenno nell' *Idotea* acquista sviluppo e forma di un mammellone; e questo, rispetto all' asse del ganglio ottico, è anteriore-interno, come anteriore interno è il mammellone contenente le masse ganglionari posteriori (corpo emielissoidale, c reniforme e c. allungato) della squilla, ed ha, come queste, tessitura finissima. Nell' Idotea (fig. 3) bellissimo è il fascetto ottico-olfattorio, le cui fibre parzialmente si decussano con quelle del lato opposto (*Cho*).

Resta però anche stabilito che negli isopodi e, fra quelli da me esaminati, specialmente nel *Porcellio* e nello *Sphaeroma,* il lobo anteriore superiore del cervello ha maggiore sviluppo e struttura più fina di quello corrispondente della squilla e dei decapodi. Ciò dipende forse dalla mancanza delle masse posteriori del ganglio ottico negli isopodi; la quale mancanza sarebbe compensata dal maggiore sviluppo e dalla più fina tessitura del lobo superiore. Nell' *Idotea*, difatti, in cui già la massa posteriore del ganglio ottico comincia ad acquistare discreto sviluppo, i lobi superiori del cervello sono meno sviluppati e meno finamente costituiti che negli altri due isopodi menzionati. Volendo anzi spingere il confronto fino agli insetti, si potrebbe dire che in questi artropodi la mancanza totale delle masse posteriori (o interne) del

ganglio ottico è compensata dalla presenza dei corpi fungiformi cerebrali.

Davvero che l' essere in alcuni crostacei (*Mysis*, secondo Grenacher [*12*]; *Astacus*, secondo Carrière [7]) la massa ganglionare posteriore del ganglio ottico staccata dal corpo stratificato posteriore, potrebbe far pensare alla sua origine indipendente dal ganglio ottico e alla sua probabile derivazione dal cervello. Però il confronto che ho stabilito disopra, mi sembra abbastanza fondato per dovere interpretare questo rapporto come un fatto di allontanamento secondario.

La corrispondenza completa di struttura e di rapporti fra i corpi stratificati del ganglio ottico dei podoftalmi e quelli degli insetti indica un' omologia, almeno generale, di queste formazioni. E il confronto testè fatto dimostra come quella parte che io negli isopodi ho sempre denominata *ganglio ottico* sia veramente corrispondente al ganglio ottico dei podoftalmi, e, astrazion fatta dalla massa ganglionare posteriore, al lobo o ganglio ottico degli insetti. Con ciò io mi oppongo, in parte, all' interpretazione data da Leydig [*16*, *17*] del cervello di alcuni isopodi (*Oniscus murarius*, *Porcellio scaber*) [1]. In parte dico: poichè mentre denomino ganglio o lobo ottico il primo centro di riflessione delle impressioni ottiche (e tale è il lobo ottico degli insetti, tale il ganglio ottico dei podoftalmi e degli isopodi), non nego però che una stretta relazione coll' apparato ottico l' abbia anche il lobo superiore del cervello: relazione morfologica, strutturale e certamente anche fisiologica. Come già sostenni per la squilla [*1*] e poscia per altri crostacei [*2*], io considero la parte anteriore del cervello come appartenente al segmento ottico, la parte media al segmento antennulare e la parte posteriore al segmento antennare. Su questo argomento il Weber [*19*] pubblicò recentemente le sue osservazioni sul cervello del cieco *Glyptonotus Sabini*, sostenendo l' interpretazione del Leydig. Nel *Glyptonotus S.*, secondo Weber, mancano l' occhio, il nervo ottico (che è ridotto a un filamento connettivo) e quella parte che io denomino ganglio ottico; non manca però il lobo superiore del cervello, benchè il tessuto nervoso vì sia in parte sostituito da grasso. Quest' ultimo fatto che il Weber porta contro la mia interpretazione, è in-

[1]) Leydig dice che i lobi superiori del cervello sono „sehr selbständig gewordene Sehganglien“.

vece, parmi, ad essa favorevolissimo: mancano, difatti, le parti immediatamente connesse alla visione (nervo ottico e vero ganglio ottico); non manca però totalmente il lobo superiore, che fa parte integrante del cervello, ma è in parte degenerato, perchè una relazione stretta colla funzione visiva l' ha ed è anche attraversato da numerose fibre ottico-cerebrali.

Il cervello del *Porcellio* ha una forma molto adatta a questo confronto. In esso (fig. 2) il lobi superiori (*Ls*) sono molto sviluppati. Il ganglio ottico invece è piccolo e il nervo ottico sottile: ciò in rapporto alla piccolezza dell' occhio. Il *Porcellio* ci presenta dunque una forma intermedia fra il *Glyptonotus Sabini* e l' *Idotea tricuspidata*. Nei lobi superiori vi sono i tre gruppi cellulari già descritti nello *Sphaeroma*, dai quali partono i corrispondenti fascetti di fibre (f, f', f''): sviluppatissima è la massa laterale anteriore (*ma*), alla quale s' attacca direttamente il ganglio ottico. Quest' ultimo è formato di due rigonfiamenti, come nello *Sphaeroma*, i quali sono costituiti da sostanza reticolata attraversata da fibre nervose e rivestita da piccole cellule nervose: l' interno (*a*) è più grande dell' esterno (*b*) e presenta appena una traccia di stratificazione; l' esterno è attraversato da parecchi fascetti longitudinali di fibre che vanno a costituire il nervo ottico, e nel luogo dove da esso parte il nervo ottico, è sormontato da una cappa conica di piccole cellule nervose, fra le quali passano i fascetti di fibre nervose.

Il fascetto ottico olfattorio, nel *Porcellio*, è molto piccolo; esso ha però gli stessi rapporti che nello *Sphaeroma* e nell' *Idotea:* poche sue fibre si decussano con quelle del lato opposto ed esse, con quelle non decussate, rammentano i rapporti degli asintoti coll' iperbole. Questo fascetto, nel lobo superiore, s' incurva in alto, attraversando la massa reticolata superiore esterna, poscia si dirige infuori e in basso e si riunisce alle altre fibre ottico-cerebrali.

Così dal *Glyptonotus S.*, nel quale il ganglio ottico manca affatto, si passa al *Porcellio m.* dove già si presenta coi suoi due rigonfiamenti fondamentali, poi allo *Sphaeroma serratum* in cui questi sono più sviluppati e l' interno presenta un accenno di massa reticolata posteriore; e dallo *Sphaeroma s.*, si passa all' *Idotea tricuspidata* in cui la massa reticolata posteriore è già abbastanza sviluppata. Dall' *Idotea* alla *Squilla* e ai Decapodi vi saranno forse altre forme di passaggio.

Le due masse reticolate principali del ganglio ottico degli isopodi sono dunque omologhe ai due corpi stratificati dei podoftalmi ed anche, per la struttura e le connessioni, ai corpi stratificati del lobo ottico degli insetti. Per quanto è noto pel lavoro di Claus [*11*] sulla *Phronima*, il cervello di questi anfipodi è assai somigliante a quello degli isopodi e così pure il loro ganglio ottico.

Parmi dunque stabilito che il lobo ottico degli insetti deve considerarsi omologo ai due segmenti anteriori e esterni del ganglio ottico dei crostacei: in questi ultimi, spesso si aggiunge la massa ganglionare posteriore.

Debbo infine rilevare un' interpretazione, secondo me, errata: ed è il considerare il ganglio o lobo ottico del cervello degli artropodi come parte integrante della retina (Carrière [*8*] e Hickson [*13*]). L' Hickson va tant' oltre in questo concetto da cercare la spiegazione fisiologica dell' enorme sviluppo della retina ganglionare degli artropodi, in confronto a quella dei vertebrati.

Già Leydig [*15*, *16*] negli insetti, ebbe il concetto giusto del significato di coteste parti, considerando il lobo ottico come parte integrante del cervello, e denominando *nervo ottico* il fascio di fibre che da quello va all' occhio. Anche Ciaccio [*9*, *10*] ben comprese come il nervo ottico dei ditteri sia il fascio suddetto di fibre e non il sistema di fibre che va dal lobo ottico al cervello. Nella squilla io [*1*] indicai come *nervo del peduncolo oculare* quello che riunisce il cervello al ganglio ottico e come *nervo ottico* il ventaglio di fibre che dal corpo stratificato anteriore va alla retina propriamente detta. Berger [*7*], dopo sagaci considerazioni, scrive: „Da bloss bei den Dipteren und dem Weidenbohrer ein dem nervus opticus der Wirbeltiere entsprechender Nerv vorhanden ist, erlaube ich mir vorzuschlagen, den bisher auch bei den übrigen Arthropoden für nicht demselben entsprechende Gebilde gebrauchten Namen in dem angeführten Sinne zu beschränken. Den Nerven, der das ganze Augenganglion vom Hirnstocke trennt, nenne ich *Stiel des Augenganglions*, und den zwischen dem äusseren und dem inneren Marklager befindlichen Nerven zum Unterschiede vom vorigen *Stiel im Augenganglion.*"

La divergenza non è di parole soltanto, e può avere un gran valore anche nella descrizione particolare; ma essa si basa sul significato

delle parole. Intendiamoci dunque: se per *parte ganglionare della retina* s' intende, come nei vertebrati, l' insieme degli strati di cellule nervose e di sostanza reticolata e di fibre i quali sono immediatamente annessi alle cellule visive, allora con tal nome si deve, negli artropodi, indicare principalmente ciò che il Viallanes [*17*, *18*] denomina *lamina ganglionare.* E allora *nervo ottico* è il sistema di fibre nervose che riuniscono quest' ultima al ganglio o *lobo ottico.* E il ganglio ottico degli artropodi, per la grandezza, per la finissima tessitura, e per la disposizione dei suoi elementi assomiglia ai più elevati e sviluppati centri cerebrali: per questo, come per suoi rapporti, esso deve considerarsi come una parte del sistema ganglionare cerebrale e *fondamentalmente* analogo al lobo ottico dei vertebrati.

Per queste considerazioni io credo che la sola *lamina ganglionare* insieme alle cellule nervose eventualmente interposte al fasci dello strato fascicolato debbano considerarsi come parte ganglionare della retina dell' occhio faccettato; che le altre parti ganglionari annesse all' occhio debbano considerarsi come centri nervosi superiori *(cerebrali)* e meritino il nome di *ganglio ottico* quando sono lontane dal cervello e di *lobo ottico* quando sono a quest' ultimo immediatamente annesse.

Elenco dei lavori citati.

1. Bellonci, Morfologia del sistema nervoso centrale della Squilla mantis. Annali del Museo civico di Genova, Vol. XII. 1878.
2. Bellonci, Sistema nervoso e organi dei sensi dello Sphaeroma serratum. Atti della R. Accademia dei Lincei. Anno CCLXXVIII (1880—81).
3. Bellonci, Sui lobi olfattorii del Nephrops norwegicus. Memorie dell' Accademia delle Scienze di Bologna. 1880.
4. Bellonci, Nuove ricerche sulla struttura del ganglio ottico della Squilla mantis. Memorie dell' Accademia delle Scienze di Bologna. 1882.
5. Bellonci, Intorno alla struttura e alle connessioni dei lobi olfattorii negli artropodi superiori e nei vertebrati. Atti dei Lincei. 1882.
6. Berger, Untersuchungen über den Bau d. Gehirns u. Retina der Arthropoden. Arbeiten aus dem zool. Institut zu Wien. 1878.
7. Carrière, Die Sehorgane der Tiere. München und Leipzig. 1885.
8. Carrière, Einiges über die Sehapparate von Arthropoden. Biologisches Centralblatt. Bd. V. Nr. 19. 1885.

9. Ciaccio, Osservazioni intorno all' occhio composto dei ditteri. Rendiconto dell' Accademia d. Scienze di Bologna. 1875—76.
10. Ciaccio, Figure dichiarative della minuta fabbrica degli occhi de' Ditteri. Memorie della R. Accademia d. Scienze di Bologna. 1885.
11. Claus, Der Organismus der Phronimiden. Arbeiten aus dem zool. Institut zu Wien. 1879.
12. Grenacher, Untersuchungen über das Sehorgan der Arthropoden. Göttingen 1879.
13. Hickson, The Eye and Optic Tract of Insects. Quarterly Journal of microscopical science. V. XXV. 1885.
14. Krieger, Ueber das Centralnervensystem des Flusskrebses. Zeitschrift f. wissenschaftliche Zoologie. Bd. XXXIII. 1879.
15. Leydig, Vom Bau des tierischen Körpers. 1864.
16. Leydig, Tafeln zur vergleichenden Anatomie. 1864.
17. Viallanes, Le ganglion optique de la Langouste. Annales d. sc. nat. T. XVII. 1884.
18. Viallanes, Le ganglion optique de la libellule (Aeschna maculatissima). Ann. d. Sc. Nat., Zool. T. XVII. 1885.
19. Weber, Die Isopoden gesammelt während der Fahrten des Willem Barents. Bijdragen tot de Dierkunde. Amsterdam. 1884.

Spiegazione della Tavola VII.

a — parte interna del ganglio ottico.
b — parte esterna del ganglio ottico.
c — sistema commissurale anteriore.
c' — sistema commissurale medio.
Chi — chiasma interno del lobo ottico.
Cho — chiasma ottico-olfattorio.
Cse — corpo stratificato esterno.
Csi — corpo stratificato interno.
Cv — cellule visive.
f, f', f'' — fascetti di fibre provenienti dalle cellule del lobo superiore (anteriore).
Fo — fascetto ottico-olfattorio.
foc — fibre ottico-cerebrali.
G — cellule nervose del lobo superiore (anteriore).
Gr — parte ganglionare della retina.
i — parte intermedia del cervello.
La — lobo delle antennule.
LA — lobo delle antenne.
Lo — lobo ottico.
l. ol — lobo olfattorio.
Ls — lobo superiore.
m — massa reticolata impari.
m' — masse reticolate anteriori-superiori.
ma — masse reticolate anteriori (superiori) laterali.
mi — massa reticolata intermedia.
mp — masse reticolate posteriori.
NA — nervo delle antenne esterne.
No — nervo ottico.

Fig. 1. Sezione orizzontale antero-posteriore del cervello della mosca comune, passante pel chiasma ottico-olfattorio.

Fo' — fascetto di fibre nervose che dal lobo olfattorio va al corpo fungiforme.

Na — nervo delle antenne.

Fig. 2. Sezione verticale del cervello del *Porcellio maculicornis,* passante pel fascetto ottico-olfattorio.

Fig. 3. Sezione verticale del cervello dell' *Idotea tricuspidata,* passante pel chiasma ottico-olfattorio.

Fig. 4. Sezione orizzontale del ganglio ottico dell' *Idotea tricuspidata.*

r — rigonfiamento anteriore-interno della parte posteriore del ganglio ottico.

Fig. 5. Sezione verticale del cervello dell' *Idotea tricuspidata,* passante pel ganglio ottico.

Fig. 6. Sezione orizzontale del cervello del *Nephrops norwegicus* (semischematica).

Np — nervo del peduncolo oculare.

Contribution
à la pathologie expérimentale du tissu hépatique

par le

Dr. Pierre Canalis,

Aide dans le laboratoire de Pathologie Générale dirigé par le Professeur G. Bizzozero à Turin.

(Avec Pl. VIII.)

I. De la cicatrisation des blessures du foie [1]).

La question de la cicatrisation des blessures du foie et de la régénération du tissu hépatique devrait être considérée comme définitivement résolue, puisque de nombreux et distingués pathologistes en ont fait l'objet des leurs études; et cependant, d'après la lecture des travaux les plus soignés et les plus recents sur ce sujet, nous trouvons tant de diversité dans les résultats, que nous devons rester convaincus d'être encore bien loin d'une connaissance exacte de ces procédés.

Holm, Koster, Joseph, Hüttenbrenner, Mayer, Fröhlich, Ulwersky, Klob [2]),

---

[1]) Les principaux résultats de ces expériences furent publiés sous forme de communication préventive dans la Gazzetta delle Cliniche, Nr. 9, anno 1885.

[2]) Cités par Tillmanns:

Holm, Sitzungsberichte der KK. Academie d. Wissenschaften, II. Abthl. 1867.

Koster, Centralblatt f. die med. Wissensch. 1868.

Joseph, Ueber den Einfluss chemischer und mechanischer Reize auf das Lebergewebe. Inaug. Diss. Berlin 1868.

Hüttenbrenner, Arbeiten aus dem Institut für experimentelle Pathologie in Wien, aus dem Jahre 1869 herausgegeben von Stricker.

L. Mayer, Die Wunden der Leber und Gallenblase. München 1872.

Fröhlich, Untersuchungen zur Histologie der traumatischen Leberentzündung. Inaug. Diss. Halle 1874.

Ulwersky, Zur Frage über die traumatische Leberentzündung. Virchow's Archiv. Bd. 63. S. 189.

Klob, Wiener med. Blätter 1878. Nr. 13—18.

Terrillon [1]), Bufalini [2]), Tillmanns [3]) et d'autres, admirent que la réparation des blessures du foie s'opère par cicatrice de tissu connectif, dont l'origine a été attribuée, par certains, à la prolifération des cellules du connectif interlobulaire (Klob, Mayer), par d'autres à l'activité des cellules endothéliales du péritoine, et par d'autres enfin, à l'émigration des leucocytes (Tillmanns), tandis que de leur avis, les cellules hépatiques, resteraient complètement passives; et tout au plus, suivant quelques-uns, elles se transformeraient en fibres granuleuses (Holm et Hüttenbrenner) ou en cellules du tissu de granulation (Holm).

Cependant, dans ces dernières années, les expériences de Tizzoni [4]), de Colucci [5]), de Griffini [6]), et de Corona [7]) nous firent à admettre une régénération partielle du foie. Toutefois, les opinions de ces auteurs sur la manière avec laquelle elle se produirait, et sur la façon dont se comportent les cellules hépatiques dans un tel procédé, sont très différentes. Tizzoni, suivi de Corona, fait dépendre tout le procédé de régénération de l'activité productive des cellules hépatiques. Il trouve qu'il s'y forme des cylindres hépatiques pleins, lesquels sont produits par des accumulations de cellules hépatiques préexistantes en active prolifération. Ces cylindres, formés, d'abord, de protoplasma contenant de grosses granulations albumineuses, et granulations de pigment biliaire, et de nombreux noyaux, se divisent, en partie, en petites cellules hépatiques et se transforment en cordons cellulaires rameux, qui donnent origine au système des cordons cellulaires rayonnants du foie, et en partie, se canalisent et se transforment en canaux biliaires. Il ne put jamais voir des figures karyokinétiques dans les cellules hépatiques, mais il soutient que la multiplicité des noyaux dans leur intérieur est un produit de la division cellulaire.

---

[1]) Étude expérimentale sur la contusion du foie. (Archiv de physiologie 1875).

[2]) Sull' ascesso traumatico del fegato. (Lo sperimentale 1878).

[3]) Experimentelle und anatomische Untersuchungen über Wunden der Leber und Niere. (Virchow's Archiv. Bd. 78. 1879).

[4]) Studio sperimentale sulla rigenerazione parziale e sulla neoformazione del fegato. (Memorie della Reale Accademia dei Limei anno CCLXXX. 1882—1883).

[5]) Ricerche sperimentali e patologiche sulla ipertrofia e parziale rigenerazione del fegato. (Memorie dell' Accademia delle scienze dell' Istituto di Bologna 1882—1883).

[6]) Studio sperimentale sulla rigenerazione parziale del fegato. (Archivio per le scienze Mediche vol. VII. 1883).

[7]) Sulla rigenerazione parziale del fegato. (Annali Universali di medicina vol. 267. anno 1884).

Colucci et Griffini croient, au contraire, que les cellules hépatiques préexistantes ne prennent aucune part au procédé régénérateur. Colucci a trouvé que, dans l'exportation partielle à forme de coin, la compensation se produit, presque toujours, par cicatrice fibreuse; cependant dans un cas de ces blessures et aussi dans presque toutes les blessures linéaires, il observe la régénération du tissu hépatique. D'après lui, la néoformation des cellules hépatiques est due entièrement à des globules blancs qui sortent des vases et qui, en s'organisant, se transforment directement en cellules hépatiques et cellules vasoformatives.

Griffini, dans de nombreuses expériences sur des chiens et des lapins, trouva que les faits par lesquels se compensent les pertes de substance du foie, sont: la prolifération du connectif interlobulaire et la prolifération des vaisseaux biliaires interlobulaires préexistants. Ces faits se produisent, presque en même temps; la néoformation connective prend la place du parenchyme mort des bords de la blessure et du sang coagulé, et remplit, ainsi, toute la solution de continuité. Des conduits biliaires interlobulaires naissent de cordons épithéliaux creux qui s'infiltrent dans le connectif nouvellement formé, se ramifient, s'anastomosent, formant un réseau, dont les lignes constituiront, ensuite, le système trabéculaire du foie. Griffini constata diverses phases de la scission indirecte dans les cellules de ce parenchyme nouveau; cependant il n'eut jamais l'occasion de voir la prolifération des cellules hépatiques préexistantes.

J'ai fait, moi, les expériences sur 21 animaux, c. à d. sur 6 chiens, 13 lapins et 2 cochons d'Inde, qui furent tués 1, 2, 5, 7, 8, 12, 25, 36, 90, 120 jours après l'opération, et j'ai trouvé que les éléments connectifs du foie, aussi bien que les éléments épithéliaux des conduits biliaires, et, ce quil-y-a de plus important, les cellules hépatiques elles mêmes, concourent à réparer les solutions de continuité du foie, en se multipliant par karyokinésis.

J'opérai toujours avec les précautions antiseptiques. Les poils une fois rasés, et le champs d'opération désinfecté, je faisais une incision dans la paroi abdominale dans toute son épaisseur au niveau de la ligne blanche. Le foie étant mis, ainsi, à découvert, j'en enlevais du bord antérieur, à l'aide d'un instrument bien tranchant, un morceau de grandeur va-

riant suivant la grosseur de l'animal; le plus souvent un morceau long de 2 à 3 cm. Quelques fois je taillais en forme d'arc de cercle pour empêcher le rapprochement des bords. L'hémorragie ne fut jamais inquiétante, et jamais non plus je ne me préoccupai de l'arrêter, en aucune façon. Seulement je me hâtais de coudre la plaie abdominale et de la soigner avec du collodion jodoformisé ou avec du jodoforme et de la celloidine. La guérison s'en suivit toujours *per primam,* sauf quelque rare cas, dans lequel survint une suppuration superficielle entre les bords de la peau.

A l'autopsie que je faisais sitôt après avoir tué l'animal, je trouvais, le plus souvent, le grand épiploon attaché à la cicatrice du foie, et celle-ci, souvent, faiblement adhérente à la cicatrice de l'abdomen ou à une anse intestinale. La blessure du foie, qui dans les premiers jours ne contenait qu'un amas de sang coagulé, apparaissait bien vite occupée par un tissu connectif blanchâtre, qui vers le parenchyme semblait s'étendre un peu sur les deux superficies du foie, et formait, du côté du bord libre, une légère cavité ou un angle rentrant, à sommet obtus, quand il ne se continuait pas avec l'épiploon.

Toutes ces pièces furent mises immédiatement, pendant les premières 24 heures dans de l'alcool allongé de moitié d'eau, et puis dans l'alcool pur à 38 degrés. Les sections du bord entamé étaient faites, tantôt transversalement, c. à d. de façon à intéresser toute la surface triangulaire du tissu de cicatrice et les bords latéraux du parenchyme hépatique, tantôt parallèlement à la longeur de l'animal, et on les colorait non seulement à l'aide des teintes ordinaires du carmin, mais encore avec la méthode de Gram modifiée, et appliquée par le Prof. G. Bizzozero à l'étude de la karyokinésis. La modification introduite par le Prof. Bizzozero[1]) consiste à faire passer pendant 30 secondes les sections qui ont déjà subi l'action du liquide jodo-joduré et de l'alcool absolu, dans une solution aqueuse à 1 p. 1000 d'acide chromique; après on déshydrate de nouveau dans l'alcool absolu, et on les éclaircit avec de l'huile d'oeillet, comme d'habitude. Avec cette méthode on obtient, en quelques minutes, une coloration un peu pâle des noyaux au repos, et très vive, au contraire, pour les noyaux en karyokinésis,

[1]) Contribuzione allo studio delle produzioni leucemiche secondarie. (Gazzetta degli Ospitali 30 Novembre 1884. Nr. 96).

qui, par cela même, frappent immédiatement l'oeil. Les pièces doivent être conservées dans l'alcool, et la décoloration ne doit pas s'étendre beaucoup au delà, comme cela s'opère dans la recherche des microorganismes.

Je dois à la bonté de cette méthode dans la recherche des figures karyokinétiques, les résultats positifs que j'ai obtenus et qui, avant moi, avaient fait défaut aux autres observateurs.

Voici quelles furent mes observations au microscope:

Après 24 heures, la solution de continuité est comblée par un caillot de sang, et une étendue plus ou moins grande du parenchyme qui limite ce sang coagulé, est frappée de nécrose. Dans les canalicules biliaires interlobulaires situés à peu de distance de la blessure se trouvent quelques cellules de l'épithélium qui les tapisse, en scission indirecte; dans un conduit de calibre moyen j'en aperçus trois, l'une à côté de l'autre. J'ai remarqué, aussi, quelque figure très rare de mitosis dans les cellules hépatiques voisines de la blessure.

Le second jour les cellules hépatiques en mitosis sont moins rares; dans un préparé (lapin) de la superficie de quelques millimètres carrés il s'en trouva 4—5 tout près de la blessure. Dans le tissu connectif des espaces interlobulaires les plus voisins de la solution de continuité, on voit déjà quelques éléments ronds et fusiformes en voie de scission indirecte. Dans un de ces espaces j'ai trouvé quatre mitosis. Le grand épiploon, qui dans un cas était adhérent à une lèvre de la blessure par le moyen d'une petite couche de fibrine, présentait, lui aussi, près du point d'adhésion, quelques cellules connectives fixes, en voie de karyokinésis.

Il est à remarquer que la zone du parenchyme nécrosé n'a pas, partout, la même largeur; la ligne qui la sépare du parenchyme s'y résulte, par suite, tortueuse, et celui-ci présente des sinuosités et des protubérances, qui, suivant la direction des sections, peuvent, aussi, apparaître sous la forme d'îles de parenchyme entourées de tissu en nécrose.

Le 5 et le 7 jour la partie centrale de la blessure est encore occupée par du sang coagulé et du parenchyme nécrosé, mais à la circonférence, il existe déjà une néoformation de connectif avec des éléments, en grande partie, fusiformes, au milieu de laquelle l'on voit de nom-

breux petits canaux tortueux ramifiés, tapissés d'une couche d'épithélium cubique (Pl. VIII. Fig. 1 *v*). Le connectif est en contact direct avec le parenchyme vif, s'insinue dans les bords de celui-ci, les découpant avec ses prolongements, de façon que des groupes plus ou moins nombreux de cellules hépatiques et même de cellules isolées se trouvent complètement entourés de connectif et de petits canaux.

Dans les cellules fusiformes et rondes, tant du connectif néoformé (Fig. 1 *d, e*) que du connectif interlobulaire qui se trouve à la limite de la blessure, et par conséquent faisant continuation avec le premier, les figures karyokinétiques sont, à ce moment-là, très nombreuses. Les petits canaux néoformés contiennent, aussi, beaucoup de cellules épithéliales en karyokinésis (Fig. 1 *c*). Si nous examinons, ensuite, le parenchyme des bords, nous trouvons, là aussi, dans les cellules hépatiques un nombre des mitosis plus grand que les jours précédents; la plus grande partie se trouve près de la blessure (Fig. 1 *b, b*) et dans les groupes de cellules emprisonnées dans le connectif, mais on en trouve, aussi, à quelques millimètres de distance du bord du parenchyme. Les vieux canaux biliaires peu éloignés du foyer de la blessure présentent, aussi, des formes karyokinétiques dans les éléments de leur épithélium. On trouve, aussi, quelques mitosis en des éléments connectifs, que l'on remarque entre les colonnes des cellules hépatiques, sur les bords de la blessure; il n'a pas été possible, cependant, de juger s'il est question d'éléments se mouvant, ou d'éléments fixes.

Plus on s'éloigne du jour de l'opération, plus la néoformation connective et canaliculaire s'avance vers le centre de la solution de continuité jusqu'à ce qu'elle la comble complètement. L'espace occupé, alors, par cette néoformation ne correspond pas, cependant, à la solution de continuité opérée, mais il est plus étroit, et celà on le doit, au moins un peu en partie, au rapprochement des bords du parenchyme amené par la multiplication de ses éléments. De cette manière, une blessure étendue peut, après quelques mois, être signalée par une couche subtile de connectif adulte contenant un plus ou moins grand nombre de petits canaux néoformés.

La cellule hépatique, en voie de scission indirecte, se présente ordinairement aggrandie au point d'atteindre, quelquefois, un diamètre double de celui des cellules hépatiques ordinaires; quelquefois, elle

pert sa configuration polygonale et prend, au contraire, la forme ovale ou presque ronde. Son protoplasma apparait plus clair que celui des cellules au repos, et on le trouve, quelquefois, en voie d'étranglement dans les phases descendantes de la mitosis.

Le nombre des cellules hépatiques en karyokinésis se conserve à peu près égal à celui du 5—7e jour pour un temps plutôt long. Chez le chien, le 12e jour, les sections faites aux bords de la blessure présentaient, en moyenne, de 8—10 mitosis sur une superficie carrée de 5 mm de côté. Le 25e jour, on en voyait encore quelqu'une assez près du foyer de la blessure; mais on n'en trouvait plus 120 jours après la blessure. Chez le lapin, le 36e jour, les cellules hépatiques en mitosis étaient encore assez nombreuses, de 4 à 5 dans chaque section de quelques millimètres carrés, pratiquée sur un bord de la blessure. Cependant ce nombre varie beaucoup d'une expérience à l'autre, par exemple sur un lapin tué après 25 jours, j'ai trouvé très peu de mitosis, 3 à 4 dans chaque section sur tout le contour de la blessure.

La zone du parenchyme proliférante est, relativement, large. Ordinairement à la distance de 1—2 centimètres de la blessure se trouvent encore des cellules hépatiques en mitosis, et quelquefois, en nombre égal ou plus grand que sur les bords. Ainsi chez le susdit chien, tué le 12e jour, à la distance de 3 centimètres de la blessure, des sections carrées de 5 mm de coté contenaient 10 cellules hépatiques, et plus, en mitosis.

De même dans le tissu connectif de néoformation et dans les canalicules néoformés, on trouve longtemps après l'opération des cellules en karyokinésis, bien que peu nombreuses. Dans le chien tué le 120e jour, elles manquaient complètement, de même qu'elles sont déjà assez rares chez celui tué le 25e jour. Chez le lapin, au contraire, ou en trouve encore en assez grand nombre le 36e jour.

Les recherches de Bizzozero et Vassale ont démontré que chez le lapin et le chien adultes on ne trouve pas ordinairement de cellules hépatiques en mitosis, où bien elles sont très rares, et elles sont, aussi, très rares dans le foie du cochon d'Inde, dont il faut examiner plusieurs sections pour en trouver une on deux. Il n'est pas aussi difficile de trouver des karyokinésis dans l'épithélium des canaux biliaires, mais toujours en très-petit nombre.

J'ai confirmé, moi même, ce résultat en examinant les foies blessés, dans des parties éloignées du foyer d'inflammation, de même que les morceaux de foie, enlevés par l'opération. Je dois noter, à ce sujet, que je m'appliquai toujours à choisir pour mes expériences des animaux adultes, afin de prévenir l'objection, que les faits constatés soient, en partie, la conséquence de l'accroissement physiologique de l'organe, puisque nous savons que le développement physiologique du foie se produit par karyokinésis de ses éléments.

Dans la néoformation connective on trouve, souvent, une grande quantité de pigment jaunâtre contenu dans le protoplasma de nombreux éléments ronds, qui se trouvent, particulièrement près du parenchyme sain et autour des îles de parenchyme nécrosé. La plupart de ceux-ci se distinguent par le développement de leur corps qui peut avoir un diamètre de 0,02—0,03 mm, ce qui n'empêche pas qu'on en trouve beaucoup, du diamètre de 0,016—0,017 mm, qui marquent le passage aux cellules connectives se mouvants ordinaires. Le noyau est le plus souvent unique, placé excentriquement à la périphérie; les cellules plus grandes, cependant, peuvent en contenir deux ou trois. Le protoplasma revêt des nuances de couleur et de transparence variées, suivant la quantité de pigment qu'il renferme. Tantôt il est clair, avec une teinte legère jaune, sans granules, à contour délicat, tantôt, comme l'on dit, tellement chargé de granules de pigment jaune ou jaune-obscur, que le noyau s'en trouve complètement caché. Ces cellules sont des éléments connectifs ronds destinés à absorber les restes du parenchyme nécrotique et des coagulations sanguines; ils sont hypertrophiés par l'irritation des matières hétérogènes dont il sont chargés. Le pigment qu'ils contiennent est probablement d'origine sanguine et biliaire. Les plus volumineux de ces organes unicellulaires d'absorption marquent le passage à d'autres cellules encore plus grandes, et contenant beaucoup de noyaux, que nous trouvons, quelquefois, dans le même connectif, surtout à proximité du tissu nécrosé. Il est question de vraies cellules géantes, de grosseur très variée, tantôt rondes, le plus souvent ovales. Les noyaux, dont le nombre varie de 6—30 et plus, tantôt sont irrégulièrement parsemés dans tout le corps cellulaire, et tantôt ils forment une couronne à la périphérie. Ces cellules géantes sont, aussi, plus ou moins chargées de pigment jaunâtre et semblent,

par cela même, destinées à la même fonction que les éléments plus haut signalés. On les trouve depuis les premiers jours après la blessure.

Le 120e jour qui suit l'opération, on ne trouve plus des figures karyokinétiques dans le foie. Le connectif parait adulte, riche de substance intercellulaire fibrillaire (Pl. VIII. Fig. 2 *c*). La forme qu'a pris, pendant ce temps, la cicatrice du foie peut être considérée comme permanente. Elle présente un espace connectif traversé par de canalicules plus ou moins abondants (Fig. 2 *e*) tapissés d'épithélium cubique ou cylindrique simple, et limité latéralement par les bords découpés du parenchyme. Des protubérances plus ou moins longues et de largeur différente (Fig. 2 *a*) s'avancent dans le connectif de toute la superficie du tissu hépatique; et dans plusieurs endroits, suivant la direction de la coupure, elles se présentent, aussi, sous forme d'îles (Fig. 2 *b*). Les cellules qui les constituent, ont tantôt l'aspect des cellules normales, et tantôt, surtout les plus périphériques, se présentent allongées, comprimées et plus petites, absolument comme si elles étaient atrophiées. Ces protubérances du parenchyme ne peuvent pas être considerées comme produites uniquement par la prolifération du tissu hépatique des bords, puisqu'on les trouve peu dissemblables même quelques jours après la blessure. Elles sont dues, avant tout, à la largeur, de la zone du parenchyme frappé de nécrose immédiatement après la blessure, qui, comme nous l'avons déjà dit, est différente dans les divers points. Et puis, à la néoformation connective, qui, partant entre le parenchyme sain et le nécrosé, non seulement s'avance vers le centre de la blessure, mais encore s'infiltre, pendant un bref trajet, dans le tissu hépatique, en découpant le bord que déjà la nécrose avait rendu grossièrement irrégulier; et enfin elles sont dues à la multiplication des cellules hépatiques. Comme, cependant, cette multiplication se produit sur toute la superficie du parenchyme limitant le connectif, et jusqu'à une certaine distance de celui-ci, elle conduit à l'hyperplasie uniforme du parenchyme, bien mieux qu'à la formation de ces protubérances. Par suite, les éléments qui forment ces péninsules sont en partie des éléments vieux, et en partie des éléments nouveaux produits par la scission des préexistants. On ne peut pas, cependant, leur reconnaitre un caractère différentiel.

Quand le grand épiploon se trouve emprisonné dans la blessure, ou adhérent à un de ses bords, la néoformation des canalicules peut dépasser la limite de la capsule du foie, et s'avancer dans le connectif de l'épiploon pendant un plus ou moins long trajet. J'ai signalé, une fois, ce fait sur un chien mis à mort quatre mois après une legère blessure du bord hépatique. Les canalicules infiltraient une portion d'épiploon adhérente à la cicatrice jusqu'à la distance de 2—3 mm du bord du foie. C'était, cependant, une simple néoformation de canalicules, et le parenchyme ne dépassait, en aucune façon, le reste du foie. J'ai déjà remarqué comme dans les cas d'adhérences les éléments connectifs de l'épiploon entrent, aussi, en karyokinésis, contrairement à l'idée acceptée par d'autres, que le connectif du grand épiploon reste, dans ce cas, absolument passif.

Je n'ai jamais eu occasion de voir la transformation des globules blancs en cellules hépatiques (comme le prétend Colucci), et il ne m'a jamais paru que les cellules hépatiques des bords de la blessure continsent un plus grand nombre de noyaux que les cellules des parties éloignées. La multiplicité des noyaux observée par d'autres dans ces cellules pourrait dépendre de la méthode de préparation, par suite de laquelle un amas de cellules hépatiques a pu être pris pour un élément seul, si même les cellules hépatiques avec 18 noyaux, dessinées par quelqu'un, ne sont pas les cellules géantes que j'ai décrites plus haut. Je n'ai même pas trouvé de faits qui permettent de considérer la néoformation des canalicules biliaires comme un degré de régénération du tissu hépatique. Il n'existe pas de formes de passage entre eux et le parenchyme du foie. Ces canalicules ne représentent qu'une néoformation épithéliale atypique qui accompagne, plus ou moins copieusement, chaque néoformation connective qui remplace une partie du foie. C'est ainsi que nous verrons plus tard, que l'on trouve une néoformation identique des canalicules dans le connectif qui remplace les îles de nécrose qui se forment dans le foie, après la ligature du canal cholédoque (Foà et Salvioli).

De cette manière là, j'ai constaté, aussi, le même fait dans le foie de plusieurs lapins affectés de psorospermiasis: autour de la colonie de psorospèrmes existait une zone plus ou moins large de tissu connectif (produit par l'irritation des psorospèrmes et qui s'était substi-

tué graduellement au tissu hépatique), et tout autour de celle-ci se trouvait le parenchyme du foie découpé par les prolongements de la néoformation connective. Celle-ci présentait spécialement dans les parties périphériques de nombreux canalicules de néoformation.

Je ne prétends pas, avec cela, exclure la possibilité que, dans des cas exceptionnels, se produise la régénération partielle du foie, suivant les procédés décrits par Tizzoni et Griffini. Pour la nier j'aurai besoin d'un nombre beaucoup plus grand d'expériences; je crois, cependant, que dans la réparation des blessures du foie, les faits que j'ai constatés représentent la règle générale.

En résumant ces faits, nous avons vu que le parenchyme des bords de la blessure prend part à la réparation de cette même blessure avec une multiplication de ses éléments glandulaires par karyokinésis. L'excitation qui réveille l'activité productrice des cellules hépatiques agit sur un rayon assez long tout autour du foyer de la blessure, et dure pendant plusieurs jours. C'est quelques jours après l'opération que se présentent les conditions les plus favorables pour cette scission; et quelquefois, à une certaine distance de la blessure, peut-être, parce que, dans les premiers jours, et sur les bords, les troubles de nutrition des éléments hépatiques peuvent être trop graves. Le résultat de cette prolifération est l'hyperplasie du parenchyme hépatique, à laquelle on doit, en partie, le rapprochement des bords que l'on trouve dans les cicatrices. Il se produit donc une régénération des éléments spécifiques du foie, et non une néoformation de lobules. Le connectif de la cicatrice prend son origine principale dans le connectif interlobulaire dont les éléments se multiplient par mitosis. Ce processus de scission joue, aussi, un grand rôle dans l'accroissement de cette néoformation connective. Dans le connectif se développe une néoformation épithéliale sous forme des canalicules plus ou moins nombreux, dont le point de départ est l'épithélium des canaux biliaires préexistants, devenus le foyer d'un active prolifération mitotique. Les éléments des nouveaux canalicules, se multipliant suivant le même procédé, pourvoient à l'ultérieur accroissement de la néoformation épithéliale.

Ayant ainsi étudié le procédé de cicatrisation des blessures du foie, j'ai voulu voir si les mêmes faits se constatent en produisant dans le foie des lesions d'un autre caractère qui aient également pour effet

la destruction partielle de son parenchyme, et pour cela j'ai fait quelques expériences sur la ligature du canal cholédoque.

II. Sur les conséquences de la ligature du canal cholédoque [1].

H. Mayer [2], W. Legg [3], Charcot et Gombault [4] avaient déjà démontré par leurs expériences que l'obturation du canal cholédoque peut donner lieu chez certaines espèces d'animaux à une hépatite interstitiale avec une néoformation abondante de connectif et de canalicules biliaires entre les lobules. Nous devons, cependant, aux nombreuses expériences de Foà et Salvioli [5], la démonstration (pleinement confirmée par Beloussow [6]) que chez quelques animaux, chez les cochons d'Inde, par exemple, et chez les lapins, cette hépatite est une conséquence de la nécrose d'îles du tissu hépatique qui s'opère par l'expansion de la bile. Comme je l'ai dit, mes recherches avaient pour but de voir si, après une telle destruction de parenchyme, les cellules hépatiques se comportent effectivement passives, comme l'ont admis, jusqu'à ce jour, tacitement ou explicitement, presque tous les observateurs, et d'expliquer la genèse du connectif et des canalicules néoformés.

La production de ces canalicules, aussi bien dans l'hépatite de l'homme, que dans celle provoquée artificiellement chez les animaux, en liant le canal cholédoque, fut le sujet de nombreuses discussions. Il fut d'abord question de savoir si l'on se trouvait en présence de vieilles cellules hépatiques alterées, ou de vrais canalicules biliaires. Leur connexion avec les canalicules biliaires ayant été demontrée à l'aide d'injections de substances colorantes, la seconde hypothèse prévalut, et alors les recherches furent dirigées à expliquer leur origine.

---

[1] Une communication de cette seconde partie fut faite à l'académie de Médécine de Turin dans la séance du 5 Juin 1885 (V. Gazzetta delle Cliniche, 16 Giugno, 1885).

[2] et [3] Cités par Charcot et Gombault.

[4] Note sur les altérations consécutives à la ligature du canal cholédoque (Archives de physiologie normale et pathologique. 1876).

[5] Ricerche anatomiche e sperimentali sulla patologia del fegato (Archivio per le scienze mediche vol. 2 et 3, 1878—79).

[6] Ueber die Folgen der Unterbindung des Ductus choledochus. (Archiv f. experimentelle Pathologie und Pharmacologie 1881, Heft 3).

Les uns les prirent pour un bourgeonnement des canalicules biliaires interlobulaires, et les autres pour une transformation des capillaires biliaires. Quant au mode de développement de leur épithélium, il se trouva qui soutint qu'il était question de transformation de l'endothélium supposé des capillaires biliaires (Legros [1]), et qui, au contraire, les fit dériver d'une greffe du produit de sécrétion des canaux biliaires gros et moyens, repoussé dans les nouveaux canalicules; suivant une autre hypothèse, la formation épithéliale s'étendrait des canaux tapissés d'épithélium aux interlobulaires qui ne le sont pas eux mêmes, au fur et mesure que ceux-ci se dilatent; tandis qu'enfin une dernière hypothèse admet la transformation directe des cellules hépatiques en épithélium de revêtement (Kiener et Kelsch [2]).

Foà et Salvioli croient que la néoformation de cet épithélium est produite par la multiplication des cellules qui tapissent ordinairement les canalicules biliaires interlobulaires. Ce fait, cependant, ne pouvait être directement démontré par eux, parce qu'ils manquaient alors de signes certains pour reconnaître la prolifération cellulaire.

J'ai operé 15 cochons d'Inde adultes. J'ouvrais la cavité abdominale à l'aide de l'incision habituelle sur la ligne blanche. Le plus fréquemment le bord antérieur du foie et la surface de l'estomac se présentaient immédiatement. En attirant vers moi et avec soin (pour ne pas détruire le cholédoque) l'estomac, je retirais de la cavité abdominale l'extrémité pylorique et le duodénum. Il était facile, alors, de distinguer le cholédoque et de le lier à son embouchure. Les bords de la blessure étaient, ensuite, réunis avec des points de couture noueuse ou continue, et l'on appliquait le pansement habituel. Grâce aux précautions antiseptiques, toujours pratiquées, la réunion *per primam* ne manqua jamais.

La couleur jaunâtre de la sclérotique et de la muqueuse du pénis ou de la vulve me démontrait que l'écoulement de la bile était arrêté, et par suite, que le lien était tombé sur le cholédoque. Ceci, du reste, fut toujours constaté à l'autopsie, ayant trouvé chez tous les operés le cholédoque complètement obturé, sa partie supérieure, le canal cystique,

---

[1]) Comptes-Rendus de l'académie des sciences. Paris 1870. T. LXX.

[2]) Sur la néoformation des canalicules biliaires dans l'hépatite (Archiv de physiologie normale et pathologique. 1876).

les canaux hépatiques, la vésicule biliaire d'autant plus étendus, qu'il s'était écoulé plus de temps depuis l'opération. En pressant, même fortement, la vésicule biliaire, je ne réussissais jamais à faire passer la bile dans le duodénum. J'ai trouvé souvent des adhérences entre le duodénum, l'estomac et la surface inférieure du foie.

Huit animaux furent tués 18, 24 heures, 4, 6, 8, 10, 17 jours après la blessure, et 7 moururent après le 1^{r}, le 2e, le 3e, 4e, et 7e jour.

A l'examen macroscopique le foie présentait sur la surface extérieure et sur les surfaces de section les taches jaunâtres décrites par Foà et Salvioli, et dans les animaux tués après plusieurs jours il semblait diminué dans son volume et il était certainement de plus grande consistance.

Les pièces étaient conservées, et les sections étaient colorées, suivant les procédés indiqués quand nous traîtions des blessures du foie.

A l'examen microscopique, même dès les premières heures après la ligature, apparaissent, avant tout, les îles de nécrose du parenchyme hépatique parce qu'elles ne se colorent pas avec les méthodes ordinaires. Elles furent l'objet d'une étude soignée par Foà et Salvioli et par Beloussow; c'est pourquoi je me limiterai à en donner seulement un aperçu. Leur grandeur varie d'un groupe de peu de cellules à un ou plusieurs lobules hépatiques; elles sont plus nombreuses dans les premiers jours après l'opération, mais on en trouve encore un grand nombre le 10e et le 17e jour. Elles se présentent sous deux formes principales; tantôt les cellules hépatiques restent indifférentes aux substances colorantes, sont d'aspect colloïde, laissent voir le noyau seulement par la diverse force de réfraction, ou ne le montrent à aucune façon, et paraissent coagulées; tantôt, au contraire, les cellules ont disparu, l'île de nécrose a l'aspect d'un réseau dont les mailles, dès l'origine, reproduisent le réseau des capillaires sanguins du foie, et puis après, se font plus grandes et complètement irrégulières par suite de la rupture de nombreuses trabécules.

En plus de ces îles, on trouve dans le milieu du parenchyme, des cellules atteintes isolement de nécrose, particulièrement quelques jours après l'opération.

Une autre modification que présentent les cellules hépatiques, surtout à la périphérie des lobules, et autour des îles de nécrose, con-

siste dans la, ainsi nommée vacuolisation, c. à d. la présence dans leur protoplasma d'une ou deux petites cavités rondes. Elles furent prises pour un commencement de destruction de la cellule, c. à d. un premier pas à la colliquation biliaire. Mais j'ai trouvé plusieurs fois des cellules vacuolisées en karyokinésis (Pl. VIII. Fig. 3 f), et beaucoup de cellules nécrosées et d'aspect colloïde, contenant des vacuoles dans leur protoplasma; ce qui démontre que les cellules vacuolisées ne sont pas toutes condamnées à mourir, et qu'elles peuvent être atteintes par la nécrose aussi bien que les cellules normales sans subir la colliquation. J'ai trouvé ces cellules vacuolisées plus fréquentes chez les animaux gras, et de plus je les ai trouvé nombreuses et disposées en foyers, aussi, chez les chiens, après la ligature du cholédoque, malgré que chez ceux-ci, il ne survienne aucune destruction du tissu hépatique. Cela fait croire que les vacuoles ne sont que des espaces déjà occupés par des gouttes de gras, qui se sont fondues.

En portant l'attention sur la partie des lobules non atteinte de nécrose, on trouve, à un moment donné, dans les éléments hépatiques une prolifération très active par karyokinésis. On en voit quelques uns en mitosis déjà dans les cochons d'Inde tués après 24 heures; leur nombre va en augmentant dans les jours suivants en sorte que le quatrième jour il est vraiment considérable. En certains points, avec l'objective Nr. 8 et l'oculaire Nr. 3 (Koristka) sur un champ microscopique on en voit 8—10, nombre à peu près égal à celui que présente le foie des cochons d'Inde nouveaux-nés, le 2e jour après leur naissance. Les cellules en mitosis sont répandues sur toute l'étendue de la section, à l'exception, bien entendu, des îles en nécrose; il-y-a, par ci par là, des endroits, dans lesquels elles se présentent plus nombreuses, mais il n'existe pas de loi constante dans leur distribution. On ne peut pas dire qu'elles soient plus ou moins nombreuses à la périphérie qu'au centre des lobules, ni près des îles de nécrose. En examinant les divers lobes j'ai trouvé que les figures mitotiques sont répandues également sur toute la masse du foie, ce qui exclut la possibilité qu'elles soient dues à l'irritation traumatique qui agit inévitablement sur le bord antérieur du foie pendant l'opération de la ligature.

Chez les cochons d'Inde morts d'eux mêmes, les cellules hépatiques

en karyokinésis sont moins fréquentes, que chez ceux qui ont été tués, après un temps égal.

Après le 4e et le 6e jour le nombre des cellules en scission va en diminuant; au 8e jour elles sont déjà moins fréquentes, et sont distribuées d'une manière un peu différente des jours précédents; c. à d., elles sont plus nombreuses à la périphérie des lobules près de la néoformation connective, qui, ayant pris son origine dans le connectif interlobulaire, s'insinue d'un lobule à l'autre (Pl. VIII. Fig. 3).

Dans les animaux tués le 10e et le 17e jour, on voit encore des figures karyokinétiques dans les cellules hépatiques, mais toujours plus rares; il est vrai qu'à ce dernier période le nombre des cellules hépatiques, qui sont encore vives, est petit, et par suite, relativement à ce nombre, les cellules en mitosis ne sont pas très-rares.

Une grande partie des figures karyokinétique, peut, aussi, se voir avec la coloration du carmin à l'alun et du hématoxiline; cependant, avec le procédé du Prof. Bizzozero elles se détachent beaucoup mieux et en plus grand nombre.

Dans les animaux tués plusieurs jours après l'opération les lobules hépatiques se trouvent très rapetissés, découpés et déformés par une abondante néoformation connective, au milieu de laquelle ressortent de nombreux canalicules tapissés d'épithélium cubique. Le point de départ et la manière dont se produit la double néoformation connective et canaliculaire sont les mêmes que pour le connectif et pour les canalicules qui se produisent dans la cicatrisation des blessures du foie; tant vaut dire que la néoformation connective prend naissance au connectif interacineux, et les canalicules néoformés aux canalicules biliaires préexistants, moyennant une prolifération karyokinétique de leurs éléments. En effet, dès les premiers jours après la ligature, on trouve en voie de scission indirecte de nombreuses cellules connectives fusiformes et rondes dans le peu de tissu connectif qui existe ordinairement entre lobule et lobule, et de nombreuses cellules épithéliales dans tous les rameaux de l'arbre des canaux biliaires. Le 4e jour, le connectif est déjà plus abondant que d'ordinaire et l'on y remarque divers canalicules de néoformation. Les cellules en mitosis se présentent sur toute la superficie du connectif et dans les canalicules aussi bien nouveaux que préexistants (Fig. 3 *c*, *d*), et continuent à être

nombreuses le 8e et le 10e jours, tandis que le 17e elles sont rares. Le 8e jour quelque canalicule de gros calibre, coupé un peu obliquement présente dans son épithélium de 15—20 figures de mitosis. La néoformation connective, de même que la néoformation canaliculaire augmentent de cette manière là, s'insinuent entre les lobules en les entourant d'anneaux complets, et forment des prolongements dans les lobules, détruisant, en partie, les éléments du foie, mais en envahissant surtout les îles nécrotiques de parenchyme aux quelles elles se substituent.

La néoformation connective n'a pas l'aspect du tissu ordinaire de granulation, ne contient pas une si grande abondance de capillaires et de cellules rondes; les éléments fusiformes prédominent au contraire.

Lorsque une île de nécrose n'occupe qu'une partie de lobule, le connectif l'envahit seulement du côté le plus voisin de la périphérie du lobule; dans tout le reste du son contour elle se continue directement avec le parenchyme du foie.

Du 6e au 8e jour apparaissent dans le milieu du parenchyme, et augmentent dans les jours suivants, de nombreux petits amas de globules blancs, au milieu desquels on n'aperçoit plus de cellules hépatiques, ou si l'on en trouve quelques unes, elles sont nécrosées. Parmi ces globules blancs je n'ai pu voir que très rarement des figures de mitosis.

A la limite de la néoformation connective, de nombreuses cellules hépatiques se présentent allongées, piriformes, déformées par la pression du connectif. Ces modifications ne doivent pas toujours être interprétées comme des degrés d'atrophie qui précèdent la disparition de l'élément, puisque j'ai trouvé diverses de ces cellules avec le noyau en voie de scission indirecte (Fig. 3 *g*).

La partie saine du parenchyme diminue en extension dès les premiers jours, après l'opération, jusque au dernier; ce qui veut dire que la destruction des éléments hépatiques continue toujours jusqu'à la mort de l'animal, soit par la formation de nouvelles îles de nécrose, soit par la pression du connectif néoformé, et soit par la nécrose de divers éléments isolés; il ne saurait en être autrement, puisque la cause principale de la destruction persiste par suite de l'empêchement de l'écoulement de la bile.

La destruction d'une partie de tissu hépatique obtenue par la ligature du cholédoque est donc suivie des mêmes faits que j'ai constatés, après la destruction d'une partie du foie, par le moyen d'une blessure; prolifération des cellules hépatiques par scission indirecte, et prolifération du connectif interacineux et de l'épithélium des canaux biliaires par le même procédé. Les néoformations de connectif et de canalicules qui en résultent, continuent, ensuite, à se développer par karyokinésis de leurs éléments. La prolifération abondante dans l'épithélium des canaux biliaires que nous remarquons particulièrement dans les premiers jours, donne lieu, en partie, à la formation de nouvelles diramations de canaux, et sert, en partie, à augmenter la superficie des canaux eux mêmes, leur permettant, ainsi, de seconder la distension opérée par la pression de la bile.

Il y a cependant, quelques différences entre le processus de réparation des blessures du foie, et le processus de réparation de la nécrose, après la ligature du cholédoque. Tandis que, dans le premier cas, la multiplication karyokinétique des cellules hépatiques conduit à une hyperplasie permanente du parenchyme, et a, par cela même, une partie dans la compensation de la perte de substance; dans le second cas, l'hyperplasie du parenchyme n'est que passagère, la karyokinésis des cellules hépatiques représente seulement une tendence à compenser la perte de tissu glandulaire. La cause de la destruction du tissu hépatique étant permanente, et le processus de nécrose prévalant de beaucoup sur le processus de régénération des éléments hépatiques, nous trouvons, en dernière analyse, les lobules qui contiennent seulement (le 17e jour) un tiers ou un quart du nombre de cellules hépatiques qu'elles contenaient à l'état normal.

On pourrait suspecter que la cause principale de la multiplication des éléments hépatiques n'est pas la destruction d'une partie de parenchyme, en voyant que tout autour des îles nécrotiques les mitosis ne sont pas plus nombreuses que dans les points éloignés. Il faut, pour cela, se souvenir que, comme je l'ai démontré dans les blessures du foie, l'irritation, qui excite l'activité formatrice des cellules hépatiques, se répand à distances relativement grandes et que même quelquefois, les conditions les plus favorables à la scission indirecte de ces éléments se trouvent à quelque distance du foyer de la blessure. Après la liga-

ture du cholédoque, le nombre des îles de nécrose est très grand, en sorte que les espaces qui le séparent sont relativement petits, et par-suite il est naturel que les mitosis se trouvent également répandues dans les parties du parenchyme exemptes de nécrose. En outre, les cellules frappées isolement de nécrose, dont j'ai fait mention, et qui se trouvent répandues dans le parenchyme, doivent, aussi, agir comme autant de petits foyers de nécrose et produire, ainsi, une distribution disseminée de figures karyokinétiques.

Pour constater si réellement dans la prolifération des cellules hépatiques agit, comme cause principale la destruction du parenchyme, j'ai renouvelé la ligature du cholédoque sur les chiens, chez lesquels, comme l'ont démontré Foà et Salvioli, ne se produit pas la nécrose d'îles de foie.

J'ai opéré 5 chiens adultes avec la même méthode; l'un d'eux mourut le 5e jour; les autres 4 furent tués: 2 après 5 jours, 1 après 14, et le dernier après 30 jours. Dans ce dernier seulement je trouvai la perméabilité du cholédoque rétabli; dans le 4 autres je constatai toujours que ce conduit était complètement obturé par le fil de la ligature; la vésicule biliaire très tendue, mais pas très aggrandie; le cholédoque et les canaux hépatiques très tendus. Ces 4 chiens présentaient une jaunisse très prononcée; le chien tué le 14e jour était extrêmement amaigri; dans les derniers jours il ne se nourrissait plus que de substances liquides; j'attendis, pour l'achever, qu'il ne put plus tenir sur ses jambes, alors qu'on pouvait le considérer comme donnant le dernier souffle. Dans cette série d'expériences je ne trouvai jamais des îles de nécrose dans le foie, pas plus qu'une néoformation appréciable de connectif et de canalicules. Quant à la scission des cellules hépatiques, j'obtins toujours un résultat négatif, excepté chez le chien tué le 14e jour. Le foie de cet animal présentait un nombre, relativement petit, d'éléments hépatiques en karyokinésis; chaque section de la superficie de 25 mm en contenait de 5—6. Ce résultat constituait par cela même une contrépreuve que la cause principale de la scission indirecte des cellules hépatiques doit être cherchée dans la destruction d'une partie du parenchyme.

Je note, en passant, que l'expérience du chien qui survécut pendant 14 jours démontre que, après la ligature du cholédoque, les chiens

survivent peu quand l'ouverture de ce canal ne se rétablit pas, et que l'absence d'altérations sensibles dans le foie des chiens morts à cause de l'obturation, est due à la résistance plus grande des éléments hépatiques de cette espèce d'animaux à une pareille irritation.

Les cellules hépatiques en karyokinésis trouvées en petit nombre, le 14e jour, prouvent, en outre, que l'irritation exercée par la pression de la bile peut suffire, jusqu'à un certain point, pour déterminer, sans le concours de la nécrose cellulaire, une prolifération modérée des cellules hépatiques.

Ce qui contribue, aussi, à provoquer la scission indirecte de ces cellules, c'est la pression de la néoformation connective, près de laquelle, en effet, nous avons remarqué, quand elle a pris un certain développement, les karyokinésis plus fréquentes que partout ailleurs. Il-y-a là une lutte entre les éléments connectifs et les éléments spécifiques du foie; de ces derniers, une partie disparait, et une partie se multiplie; cependant le dénouement final s'opère en faveur du connectif, qui continue sa marche centripète dans le lobule. Le fait des cellules hépatiques comprimées et déformées de diverses façons à la limite du connectif, nous démontre l'existence de cette pression.

Le nombre vraiment extraordinaire des cellules hépatiques en mitosis que l'on aperçoit quelques jours après la ligature du cholédoque, relativement au nombre que l'on trouve dans les blessures, peut s'expliquer par la nature et le degrés divers de l'irritation qui, dans le premier cas, est beaucoup plus répandue et en même temps moins violente.

Des faits que nous avons vu se produire dans la cicatrisation des blessures du foie, et dans la réparation de la nécrosis des cellules hépatiques, qui suit la ligature du cholédoque, je croie qu'on peut tirer la déduction suivante:

Conclusion générale.

Quand il-y-a destruction d'éléments du foie, les éléments hépatiques, qui ont conservé leur vitalité, tendent à compenser cette même destruction, en se multipliant par scission indirecte; c. à d. qu'il s'opère dans le foie une véritable régénération d'éléments; mais quant à la vraie régénération de lobules de cet organe, il ne m'a jamais été donné de l'observer.

Explication de la pl. VIII.

Figure 1 [1]). Blessure de foie de lapin, le septième jour. La section est faite sur le bord de la solution de continuité, et parallèlement à la superficie supérieure du foie. On voit, à gauche, le parenchyme hépatique limité par une ligne irrégulière et tortueuse; à droite le tissu nécrosé *a* qui occupe avec le caillot sanguin les parties centrales de la blessure. On voit entre le parenchyme vif et le parenchyme nécrosé une bande de connectif néoformé contenant des canalicules qui sont, aussi, de néoformation; *b* cellules hépatiques avec le noyau en karyokinésis; *c* canalicules néoformés dont l'épithélium contient des cellules qui ont le noyau en voie de scission indirecte; *d* cellules connectives fusiformes et rondes; *e* avec le noyau en karyokinésis (obj. 8, oc. 3, Koristka).

Figure 2. Blessure de foie, complètement cicatrisée, d'un chien tué après 120 jours. Le bord du parenchyme qui de même dans ce cas est irrégulier, présente des protubérances que l'on voit coupées longitudinalement *a*, et transversalement *b*. Ces dernières présentent la forme d'îles contourées du connectif de cicatrice *c*; *d* vases sanguins; *e* canalicules épithélium de néoformation. On n'y voit pas des figures de mitosis. La section est faite parallèlement à la face supérieure du foie, où le parenchyme se continue avec le connectif cicatriciel (obj. 5, oc. 3, Koristka).

Figure 3. Foie de cochon d'Inde tué de 8 jours après la ligature du canal cholédoque: *a* parenchyme hépatique avec des cellules hépatiques en karyokinésis *e*; *f* cellule hépatique avec un vacuole; *g* cellules hépatiques déformées par la pression du connectif, avec le noyau en voie de scission indirecte. Dans le bas on voit le connectif de néoformation *b* qui contient des canalicules biliaires, *c* vieux et néoformés; dans le connectif, *d*, et dans les canalicules apparaissent des cellules en karyokinésis (obj. 5, oc. 3, Koristka).

---

[1]) Par une faute du dessineur, les noyaux des cellules hépatiques en karyokinésis sont un peu plus grands que les vrais.

Beiträge
zur Entwickelung der Krystalllinse bei den Wirbeltieren.

(Mitteilung
aus dem Anatomisch-Embryologischen Institute des Prof. Dr. V. von Mihálkovics)

von

Alexander Korányi,
früherem Demonstrator des anatomischen Institutes.

Litterarische Bemerkungen.

Die noch nicht zur Genüge bekannten Vorgänge bei der Entwickelung der Augenlinse gehören der ersten Ausbildungsperiode an und betreffen hauptsächlich jene Rolle, welche die beiden Schichten des Ectoderm in der Entwickelung des völlig ausgebideten Organes spielen. Mehrere Autoren der neueren Zeit behaupten, dass die Vorgänge bei der Entwickelung der Linse in den verschiedenen Klassen der Wirbeltiere wesentliche Unterschiede aufweisen. Diese Anschauungen wurden aber nach wiederholten Untersuchungen für unwahrscheinlich erklärt.

Als Begründer der gegenwärtig allgemein angenommenen Theorie ist Huschke [1]) zu betrachten. Seine Untersuchungen führten ihn auf die Ansicht, dass namentlich beim Hühnchen das äussere Keimblatt, entsprechend der Lage der künftigen Linse, eine Verdickung eingehe, sich einstülpe, die Ränder der so entstandenen Grube sich einander nähern, endlich mit einander verwachsen. Das aus diesen Veränderungen hervorgegangene Hohlgebilde schnürt sich im weiteren Verlaufe ab, und nach seiner Loslösung vertieft es sich in das Mesoderm. Dieses Gebilde betrachtete er als Linsenkapsel, aus deren Differenzierung sich

[1]) Ueber die erste Entwickelung des Auges. 1832.

später die wesentlichen Bestandteile der Linse herausbilden. Ammon [1]) konnte sich dieser Anschauung nicht anschliessen, da er keine Oeffnung an der embryonalen Linsenanlage finden konnte, wodurch er sich veranlasst sah, die Linsenanlage als solide zu betrachten.

Die Fortschritte auf dem Gebiete der Mikroskopie brachten einen neuen Aufschwung der Einstülpungstheorie mit sich. Im Jahre 1842 bewies Vogt, dass Huschke's Hohlgebilde nicht die Linsenkapsel, sondern das Linsenfasersystem vorbildet. Gegen Valentin und Harting zeigte Meyer [2]), dass eine Faser nur aus einer Zelle hervorgeht und nicht das Resultat der Verwachsung mehrerer Zellen ist. Remak war es, der eine nähere Beschreibung des Verlaufes der Linsenentwickelung gab. Nach seinen Untersuchungen bildet das Ectoderm eine scheibenförmige Verdickung, deren Mitte sich vertieft, deren Ränder mit einander verwachsen, wodurch eine Hohlkugel entsteht. Die Zellen der Blasenwand verlängern sich und bilden Fasern, die zwischen den beiden Polen ziemlich parallel verlaufen. Die auf den vorderen Enden der Fasern befindlichen Kerne bilden die sogenannte Kernzone (Meyer). Die verkümmerte äussere Wand wird zum sog. Linsenepithel. Diese Ansicht wurde mehrmals bestritten, doch wird sie von den meisten Autoren angenommen.

Arnold [3]) veröffentlichte eine Anzahl Beobachtungen, aus denen er zur Folgerung gelangt, dass die Linse der Mammalien aus einer dreischichtigen Wucherung des äusseren Keimblattes durch Auflösung der central gelegenen Schicht entstehe. Nach seiner Schilderung ist die äussere Schicht längsfaserig, die mittlere besteht aus kugeligen Zellen, während die tiefer gelegene Schicht durch cylindrische Elemente gebildet wird, die in mehreren Reihen auf einander gelagert sind. Die Resorption der mittleren Zellenlage verwandelt die so geformte Linsenanlage in eine Blase, aus deren Wänden nach den wohlbekannten, und besonders durch Vogt, Meyer [4]) und Remak [5]) präcisierten Vorgängen die Bestandteile der völlig ausgebildeten Linse sich entwickeln.

---

[1]) Die Entwickelungsgeschichte des menschlichen Auges. Graefe's Archiv für Ophthalmologie. 1858.

[2]) Untersuchungen über die Entwickelung der Wirbeltiere. 1851.

[3]) Beiträge zur Entwickelung des Auges. 1874. S. 5—7, 17.

[4]) Beiträge über die Entwickelung der Linsenfasern. (Müller's Archiv. 1851).

[5]) Zur Entwickelung des Auges der Wirbeltiere.

Kessler[1]) und Mihálkovics[2]) können sich aus wohlbegründeten Ursachen dieser Anschauung nicht anschliessen, und sind der Meinung, dass das erste Moment der Linsenentwickelung bei den Mammalien ebenso wie bei den Vögeln die Einstülpung des verdickten Keimblattes ist. Der hauptsächliche Unterschied zwischen den beiden Klassen liegt im Verhalten der passiven Schicht des Ectoderm.

Bei den Kaltblütern werden mehrere wesentlich verschiedene Theorien angenommen, doch stimmen darin alle überein, dass die Hauptrolle der activen (äusseren) Schicht des äusseren Keimblattes zukommt, während der oberflächlich gelegenen (passiven, Horn-) Schicht keine wesentliche Teilnahme an der Linsenentwickelung zugeschrieben wird. Diese Annahme wurde auch hinsichtlich der höheren Vertebraten als gültig anerkannt. Balfour[3]) lässt die Linsengrube durch die über ihr weglaufende passive Schicht schliessen. Ein solches Verhalten dieser Schicht erwähnte zuerst Schenk[4]). Goette[5]) beschreibt die Linsenentwickelung der Batrachier als Abschnürung einer soliden Wucherung des Ectoderm. Endlich sind Mihálkovics, bezüglich der Fische, und Kessler bezüglich der Amphibien und Reptilien der Meinung, dass eine Einstülpung und Abschnürung der activen Schicht des äusseren Keimblattes vor sich gehe. — (Schluss folgt im nächsten Heft.)

Vorläufige Mitteilung

von

W. Krause.

In der Gallertsubstanz der electrischen Endplatte von Torpedo ist ein System undeutlich quergestreifter Fibrillen vorhanden. Dieselben stellen Reste embryonaler Muskelfasern dar, aus welchen bekanntlich die electrische Endplatte sich entwickelt. Ob sie zur Verstärkung der electromotorischen Kraft des Organes beitragen, lässt sich zur Zeit nicht übersehen, event. könnte man, einer Vermutung von Du Bois-Reymond folgend, den Schlag der Torpedo ursprünglich als eine negative Schwankung des Muskelstromes auffassen. Man kann die Fasern auch in Schnitten wahrnehmen, die vom lebenden Fisch genommen und in der Organflüssigkeit untersucht werden, was von mir zu Neapel im Februar d. J. ausgeführt wurde.

[1]) Zur Entwickelung des Auges der Wirbeltiere.

[2]) Ein Beitrag zur ersten Anlage der Augenlinse. Archiv für mikroskopische Anatomie. Bd. XI.

[3]) Handbuch der vergleichenden Embryologie. Uebers. v. Vetter. Jena 1880. S. 445.

[4]) Zur Entwickelungsgeschichte des Auges der Fische. Wiener Sitzungsber. 1857.

[5]) Entwickelungsgeschichte der Unke. Leipzig 1875. S. 327.

Druck von Leopold & Bär in Leipzig.

Beiträge zur Entwickelung der Krystalllinse bei den Wirbeltieren.

(Mitteilung aus dem Anatomisch-Embryologischen Institute des Prof. Dr. V. von Mihálkovics)

von

Alexander Korányi,
früherem Demonstrator des anatomischen Institutes.

(Schluss.)

Mammalien.

Als Resultat meiner Untersuchungen, die ich an Mammalien machte, kann ich folgendes angeben. Ich stellte meine Beobachtungen teils an meinen eigenen, teils an den Präparaten der Collection des Budapester embryologischen Institutes an.

10 mm langer Schafembryo. Die Bildung der secundären Augenblase hat kaum begonnen. Das Ectoderm zeigt eine unbedeutende Verdickung, bei der es nicht zu entscheiden ist, ob beide Schichten des äusseren Keimblattes an der Wucherung teilnehmen, oder ob diese nur die tiefere betrifft.

14 mm langer Schafembryo. Die Linsenentwickelung ist weiter vorgeschritten. Die Einbuchtung der distalen Wand der secundären Augenblase ist auffälliger, doch befindet sich noch zwischen den Wänden der Augenblase ein Hohlraum, und so ist der Augenbecher noch nicht ausgebildet. Der distalen Wand legt sich eine dünne, in Karmin sich weniger stark färbende, mit den Kopfplatten zusammenhängende und mit ihnen gleichgebaute, folglich dem Mesoderm angehörige Zellenlage an, doch sind beide durch eine scharfe Linie abgegrenzt. Diese Schicht ist wieder durch die Linsenanlage überlagert und von ihr wie-

derum durch eine Grenzlinie getrennt. Die Linse befindet sich im Stadium einer offenen Grube, und geht allmählich in das Ectoderm über. Die Dicke des äusseren Keimblattes beträgt 0,0128—0,256 mm, die der Linsenanlage 0,1024 mm. Die letztere besteht aus zwei wohl unterscheidbaren Lagen. Die tiefere Lage entspricht der tieferen Schicht des Ectoderm, und besteht, wie dieses, aus Zellen, die mit kugeligen Kernen versehen, durch Karmin stark gefärbt und cylindrisch sind; während aber diese Zellen an anderen Stellen des Keimblattes eine einfache Lage bilden, sind sie in der Linsenanlage mehrfach übereinander gelagert. Die äussere Grenze dieser Schicht ist eingebuchtet, während sie die sog. Linsengrube bildet. Diese Grube ist mit einem compacten Zellhaufen gefüllt, welcher den anderen Teil der Linsenanlage bildet. Seine Bestandteile sind kernhaltige, bis 0,0064 mm grosse, in Karmin sich lichter färbende, kugelige Zellen. Am Rande sind diese in Zusammenhang mit der äusseren Schicht des Ectoderm.

25 mm langer Schafembryo. Der Augenbecher ist vollkommen ausgebildet, in dessen Wand sich schwarze Pigmentkörner an die Grenze der, die Netzhaut vorbildenden Zellenschicht anreihen. Im Inneren des Bechers befindet sich der Glaskörper, in dessen Innerem mannigfaltig geformte Zellgebilde und Gefässe sichtbar sind. Der Glaskörper steht durch die Chorioidealspalte und vor den Rändern des Augenbechers mit dem Mesoderm in Verbindung, welches die Linse umgiebt. Die Abschnürung der Linse ist beendet; letztere bildet eine Hohlkugel, deren unregelmässige Gestalt der Härtung zuzuschreiben ist; ihre Wände, deren proximal gelegene die dickere ist, bestehen aus radiär angeordneten, cylindrischen Zellen. Die Begrenzung der Blase scheint doppelt zu sein, doch ist dies mit Sicherheit nicht zu entscheiden, da die Dicke des Präparates eine ähnliche Täuschung hervorrufen kann. Möglich ist es aber, dass diese doppelte Begrenzung der structurlosen Linsenkapsel entspricht. Kölliker [1]) erwähnt dieselbe Thatsache.

Da die anderen Präparate, die ich von Schafembryonen verfertigte, eine so weit entwickelte Linse zeigten, dass sie zu meinem Zwecke nicht zu verwenden waren, gehe ich auf einen

12 mm langen Rindembryo über. Die Linse ist auf derselben Ent-

[1]) Zur Entwickelung des Auges und des Geruchsorganes menschlicher Embryonen. Würzburg 1883. S. 3—6. Embryo A u. B.

wickelungsstufe, die ich bei dem 14 mm langen Schafembryo beschrieb. Bei diesem Präparate sehen wir die Wucherung der passiven Schicht so anwachsen, dass sie die Ränder der Linsengrube beträchtlich überragt.

Da ich dieselben Präparate in Bezug auf die Linsenentwickelung beim *Kaninchen* untersuchte, deren Beschreibung v. Mihálkovics [1]) bereits gegeben hat, so werde ich mich auf eine kurze Besprechung derselben beschränken.

Die Linsengrube des Kaninchens ist den oben erwähnten ähnlich, doch erreicht die Wucherung der passiven Schicht einen scheinbar niedrigeren Grad. Bei einer nur eben abgeschnürten Linsenblase ist der Hohlraum mit hellen, kernhaltigen Kugelzellen erfüllt. Ein 8 mm und ein anderer 11 mm langer Embryo besass eine offene Linsengrube. Bei einem Embryo von 12 mm Länge war die Linse bereits abgeschnürt.

Wie aus diesen Beobachtungen hervorgeht, gestaltet sich der Vorgang der Linsenentwickelung folgendermaassen:

Vor allem verdickt sich das Ectoderm. Die oberflächlich gelegene Schicht bildet den kugeligen Zellenhaufen, die tiefere die cylindrische Zellenlage. Dann stülpt sich die verdickte active Schicht ein, die Ränder der Grube verwachsen, endlich schnürt sich die Linsenblase ab und entfernt sich vom Ectoderm, mit dem sie noch durch einen Stiel zusammenhängt. Durch diesen Vorgang entsteht eine geschlossene Hohlkugel. Ueber ihr erstrecken sich die Kopfplatten, die endlich zusammenwachsen, und so mit der durch das Ectoderm eingestülpten dünnen Mesodermanlage die Linsenkapsel bilden. Jetzt folgt die bekannte Entwickelung der Fasern. Was das Schicksal des passiven Zellhaufens während dieser Veränderungen ist, kann nur mit mehr oder weniger Wahrscheinlichkeit aus dem oben Erwähnten gefolgert werden. Es können zweierlei Eventualitäten vorkommen: entweder lösen sich die fraglichen Zellen auf, bevor die Linsengrube sich noch geschlossen hätte, oder aber sie gelangen während der Abschnürung in's Innere der Linsenblase, wo sie dann verkümmern. Ich konnte diese Zellen im Inneren der Linsenblase nur beim Kaninchen finden. (v. Mihálkovics veröffentlichte das Bild desselben Präparates am citierten Orte). Ar-

---

[1]) Archiv für mikroskopische Anatomie. 1874.

nold [1]) sah solche Präparate bei Schafembryonen, und dieser Befund bewog ihn wahrscheinlich zur oben erwähnten Anschauung. Kessler [2]) erwähnt einen Fall bei einem Schafembryo, wo er eine kleine Zellenmasse am Grunde der Blase fand, doch ist er seiner Beobachtung nicht sehr sicher. Kölliker [3]) und Bambeke [4]) erwähnen bei der Linsenanlage menschlicher Embryonen dasselbe gesehen zu haben. Nach dem Obigen können wir als wahrscheinlich annehmen, dass diese Zellen erst in der Linsenanlage zu Grunde gehen. Arnold [5]) erwähnt noch eine dritte, die jetzt besprochene Zellenmasse bedeckende längsfaserige Schicht. Kessler beweist, dass diese Schicht ein Artefact ist; v. Mihálkovics schliesst sich ebenfalls dieser Meinung an, indem die hohle Blase, im Fall dass Arnold's Ansicht richtig wäre, aus zwei in ihrer Structur verschiedenen Wänden bestehen müsste. Kölliker [6]) konnte früher die Wucherung der passiven Schicht nicht wahrnehmen, und erklärte, dass die als dieselbe betrachteten Zellen Kunstproducte seien. Im Jahre 1883 [7]) spricht er selbst die Ueberzeugung aus, dass eine derartige Wucherung existiere, indem er dieselben beiden Schichten bei der menschlichen Embryonallinse unterscheidet.

Arnold, v. Mihálkovics und Kessler bestreiten die frühere Ansicht von Kölliker, und meine Fälle liefern auch einen Beweis für die Wucherung der passiven Schicht, indem in den entsprechenden Stadien der Linsenentwickelung die beiden Schichten immer scharf abgegrenzt erschienen, was nicht vorgekommen wäre, wenn die oberflächliche Schicht ein Product des tangentiellen Schnittes, oder der Faltung der Linsenblasenwand wäre.

Vögel.

Von Vögeln hatte ich nur Hühner zur Verfügung, bei denen ich nicht im Stande war, eine Spur der Wucherung der passiven Schicht wahrzunehmen. Ich konnte nur solche Vorgänge sehen, die schon oft ausführlich besprochen worden sind.

---

1) l. c.
2) l. c.
3) l. c.
4) Contribution à l'histoire du développement de l'oeil humain. Gand. 1879.
5) l. c.
6) Entwickelungsgeschichte des Menschen. Leipzig. 1879. S. 631.
7) l. c. S. 2. Fig. 4.

Zwischen dem zweiten und dem fünften Bebrütungstage können wir den ganzen Verlauf der Linsenbildung beobachten. Vor allem verdickt sich, entsprechend der secundären Augenblase, das Ectoderm; die Wucherung betrifft nur die active Schicht. Dann vertieft sich die Mitte der verdickten Scheibe, ihre Ränder nähern sich einander bis zur vollkommenen Berührung, wodurch eine Hohlkugel gebildet wird; die Zellen der inneren Blasenwand verlängern sich zu Fasern, die den Hohlraum der Blase endlich ganz ausfüllen.

In Figur 182 auf der 243sten Seite des Werkes „Grundriss der Entwickelungsgeschichte des Menschen etc.“ von Kölliker sehen wir das Auge eines Hühnchenembryo mit einer offenen Linsengrube dargestellt. Die Linsengrube, deren Ränder schon stark aneinander gerückt sind, wird durch eine beträchtliche Zellenmasse ausgefüllt, deren Erklärung fehlt. Dieses Bild ist geeignet den Gedanken zu erwecken, dass auch beim Hühnchen eine Wucherung der passiven Schicht stattfindet, doch sprechen meine Beobachtungen dagegen. Unter anderem fand ich einen Schnitt aus einem 3 Tage alten Hühnchenembryo, welcher einige Aehnlichkeit mit dem von Kölliker gegebenen Bilde hat, nur war die Entwickelung noch nicht so weit fortgeschritten. Die oberflächlich gelegene Zellenmasse bestand aus runden bis länglich-ovalen, verschieden grossen Zellen. Die Dicke der cylindrischen Zellenschicht betrug 0,048, die der kugeligen 0,032 mm. Bei stärkerer Vergrösserung gab dieses Gebilde kein reines Bild bei ein und derselben Einstellung des Mikroskopes, und einige Teile erschienen nur nach einer grösseren Drehung der Schraube. Dieser Umstand, und hauptsächlich dass ich nur einmal ein solches Bild vorfand, sprechen dafür, dass die besprochene Zellenmasse ursprünglich nicht in der Grube gewesen ist. Wenn wir in diesen Zellen einen Durchschnitt einer durch Härtung verursachten Falte der Blasenwand sehen wollen, können wir uns die verschiedenen Zellenformen aus den verschiedenen Richtungen erklären, in denen das Messer die cylindrischen Zellen traf. Hiernach bin ich der Meinung, dass bei den Vögeln, namentlich beim Hühnchen, nur eine, der activen Schicht des äusseren Keimblattes entsprechende, verdickte Zellenlage die Linsenanlage bildet.

Reptilien.

1,5 mm langer Eidechsenembryo. Die Entwickelung der Linse hat noch nicht begonnen.

2,6 mm langer Eidechsenembryo. Das Ectoderm ist verdickt, und liegt der Augenblase ganz an, so dass zwischen beiden kein Mesoderm sichtbar. Der Hauptteil der Linse ist in ununterbrochenem Zusammenhange mit der Sinnesplatte, durch deren Wucherung dieser entstanden ist. Diese Lage wird durch cylindrische Zellen gebildet, die in mehreren Reihen zu liegen kommen Die der Augenblase anliegende Grenzlinie ist scharf ausgeprägt. In der Linsengrube befindet sich eine Anzahl unregelmässig geformter, in Karmin hell gefärbter Klümpchen, die möglicherweise der Rest einer grösseren durch das Messer abgetragenen Zellenmasse sind.

3,5 mm langer Eidechsenembryo. Die Linse hat sich noch nicht ganz abgeschnürt, doch haben sich die Ränder der Grube einander stark genähert. Im Inneren der mit einer kleinen Oeffnung versehenen Blase, deren Wände mehrere Reihen cylindrischer Zellen bilden, sind zwischen unregelmässigen, in Karmin hellgefärbten Formen kernhaltige Zellen sichtbar. Zwischen beiden Blättern des Augenbechers ist noch ein Hohlraum vorhanden.

4 mm langer Eidechsenembryo. Die Linse ist ganz abgeschnürt. Im Inneren der Blase sind die oben erwähnten zelligen Elemente spärlicher vorhanden, als bei dem 3,5 mm langen Embryo. Der Augenbecher zeigt dasselbe Bild wie oben.

Aus diesen Beobachtungen folgt, dass bei den Reptilien, so wie bei den höheren Wirbeltieren die Linsenentwickelung den beschriebenen Verlauf hat. Die wesentlichen Bestandteile der Linse entstehen aus der tieferen ectodermalen Schicht, während die äussere Schicht dieselbe Rolle spielt, wie bei den Mammalien. An dem Präparate, welches die Linsengrube vorstellt, sehen wir an Stelle der gewucherten passiven Schicht nur unbedeutende Zellentrümmer. Dieser Umstand dürfte der Behandlung zugeschrieben werden. Sonst ist die Herkunft der die Linsenblase füllenden Zellen nicht zu erklären. Es kann auch angenommen werden, dass diese Wucherung bei den Eidechsen immer so kümmerlich ausfällt, da wir auch bei den Mammalien eine auffallende Schwankung in der Masse der gebildeten Zellen sehen.

Batrachier.

3 mm langer Tritonembryo. Das Ectoderm zeigt vor der Augenblase eine leichte Verdickung.

4 mm langer Tritonembryo. Die Linsenanlage entspricht ganz der Figur einer Hühnchenlinse bei noch offener Grube. Das verdickte Ectoderm führt mehrere cylindrische Zellenreihen. Eine Wucherung der passiven Schicht kann nicht bewiesen werden.

Bei einem *6 mm langen Embryo* sehen wir in der abgeschnürten Linsenblase Zellentrümmer. Die anderen Triton-Präparate, die ich zur Verfügung hatte, zeigten eine viel zu weit vorgeschrittene Entwickelung, als dass sie zu unserem Zwecke verwendbar gewesen wären.

Schliesslich untersuchte ich noch einen *6 mm langen Frosch*, der eine blasenförmige, mit Zellentrümmern gefüllte Linse besass, deren Faserbildung noch nicht begonnen hat.

Aus diesen Fällen kann gefolgert werden, dass eine beträchtlichere Wucherung der passiven Schicht bei diesen Tieren nicht stattfindet. Doch muss eine mässige vorhanden sein, aus deren Elementen sich die sich im Hohlraume der Blase befindenden Trümmer bilden.

Fische.

Knorpelfische.

7 mm langer Torpedo-Embryo. Das Ectoderm ist 0,0176 mm dick, die Dicke der Linsenanlage geht bis 0,08 mm; die Tiefe der Linsengrube beträgt 0,013 mm, die mit keiner passiven Schicht, weder in überbrückender, noch in anliegender Form überlagert ist. Zwischen der Linsenanlage und der Augenblase befindet sich kein Mesoderm. Zwei bis drei Reihen cylindrischer Zellen sind die Formelemente der Linsenanlage, die in der Nähe der Augenblase mehr oval, an der äusseren Grenze, besonders an dem tiefsten Punkte der Grube annähernd rund erscheinen. Die Wände der Augenblase werden auch durch ovale Zellen gebildet.

10 mm langer Torpedo-Embryo. Die Vertiefung der Linsengrube ist weit beträchtlicher, sonst ist kein wesentlicher Unterschied vom 7 mm langen Embryo vorhanden, ausgenommen, dass Spuren der Wucherung der passiven Schicht erscheinen.

Die Linsenblase eines *15 mm langen Torpedo-Embryo* ist schon ganz

abgeschnürt, ihre Wände sind überall gleich dick und durch radiär gestellte Elemente gebildet. Der Hohlraum im Inneren der Blase ist leer. Der Augenbecher ist ausgebildet und seine Ränder scheinen bei der Umbiegungsstelle der beiden Blätter die Linse unmittelbar zu berühren. Vor der Linse liegt eine dünne Mesodermlage, die durch das Ectoderm überlagert wird.

Die Linse eines *20 mm langen Embryo* ist schon in Faserbildung begriffen. Zwischen den vorderen Enden der Fasern und der äusseren zum Linsenepithel werdenden Linsenblasenwand erstreckt sich eine halbmondförmige Spalte.

13 mm langer Scyllium-Embryo. Ueber die Linsenblase zieht das Ectoderm scheinbar ohne Vermittelung einer mesodermalen Zellenlage hinweg. Die Wände der Blase enthalten radiär gelegene cylindrische Zellen in mehreren Reihen und die vordere Hälfte des kugeligen Hohlraumes ist mit hell gefärbten, sehr regelmässigen kugeligen Zellen besetzt. Die der Höhle zugewendete Grenzlinie des Zellhaufens ist scharf ausgeprägt. Die Blätter des Augenbechers berühren sich noch nicht. Die Ränder desselben, sowie die Linse liegen dem Ectoderm ganz an.

Bei einem *15 mm langen Embryo* derselben Species finden wir dieselben Gebilde, doch verliert die Grenze des die Blasenhöhle füllenden Zellhaufens an Deutlichkeit.

Bei einem *25 mm langen Scyllium-Embryo* hat die Faserbildung begonnen. Der zwischen Fasern und Linsenepithel gelegene Raum ist leer. Die Ausbildung des Augenbechers ist vollendet.

4 mm langer Pristiurus-Embryo. Die Augenblase ist kugelförmig, und wird durch das Ectoderm, dessen Wucherung noch nicht eingetreten ist, berührt.

7 mm langer Pristiurus-Embryo. Wir finden die Linsenanlage abgeschnürt. Die dünnere vordere Wand ist in unmittelbarer Berührung mit dem äusseren Keimblatte. Ihre Wände waren durch mehrere Reihen cylindrischer Zellen gebildet. Die Blasenhöhle ist mit stark rotgefärbten kernhaltigen kugeligen Zellen gefüllt. Der Raum zwischen Augenbecher und Linse ist sehr gering, so dass der Glaskörper sehr kümmerlich ausgebildet erscheint.

8 mm langer Pristiurus-Embryo. Linse wie bei dem 13 mm langen Scyllium-Embryo.

10 mm langer Pristiurus-Embryo. In der Linsenhöhle sind mattgefärbte Trümmer vorhanden. Uebrigens verhält sich das Auge wie oben.

Bei einem *25 mm langen Embryo* ist die Linsenentwickelung weit vorgeschritten. Die Fasern erstrecken sich noch nicht bis zur vorderen Wand.

Knochenfische.

4 mm langer Forellen-Embryo. Die Linsenanlage ist mit dem Auge in unmittelbarer Berührung und so ist zwischen beiden eine Mesodermschicht auszuschliessen. Die Schnitte zeigen eine tief eingebuchtete Linsengrube, deren Vertiefung mit kugeligen Zellen gefüllt ist. Dasselbe Bild zeigten die Linsen eines 18 und eines 29 Tage alten *Lachsembryo.*

Diese Thatsachen beweisen, dass bei den Fischen die Linsenentwickelung denselben Verlauf nimmt, wie es bereits bei den Mammalien beschrieben wurde. Die active Schicht des verdickten Ectoderm stülpt sich ein, schnürt sich ab, und nimmt die gewucherten Zellen der passiven Schicht durch diesen Vorgang in das Innere der so gebildeten Linsenblase auf. Diese Zellen gehen in der Richtung von innen nach aussen zu Grunde. Hernach beginnt die Faserentwickelung. Bloss bei Torpedo erschien das Vorhandensein dieser Zellen zweifelhaft.

Wir können das Ergebnis dieser Untersuchungen kurz in den folgenden Sätzen zusammenfassen:

Die Linse bildet sich bei allen Wirbeltieren durch Einstülpung und Abschnürung des gewucherten Ectoderm.

Die wesentlichen Bestandteile der Linse gehen aus Veränderungen der tieferen Schicht des Ectoderm hervor.

Die Zellen der gewucherten oberflächlichen Schicht füllen erst die Linsengrube, dann die Linsenblase aus, wo sie endlich vollkommen zugrundegehen. Die Wucherung dieser Zellenschicht kommt nicht nur bei den Mammalien vor, sondern auch bei den übrigen Vertebraten, mit Ausnahme der Vögel. Was die Bedeutung dieser Wucherung sein mag und warum sie bei den Vögeln fortbleibt, kann zur Zeit nicht entschieden werden. Es ist

möglich, dass die Linse bei den niedrig organisierten Vorgängern der Wirbeltiere sich nur bis zu jenem Stadium entwickelte, welches der oben (S. 228) beschriebene, 14 mm lange Schafembryo zeigt, wie es auch Tiere giebt, bei denen sich das Gehörbläschen nie schliesst. Danach konnte sich ein Zustand entwickeln, wie es der 7 mm lange Pristiurus-Embryo zeigte (S. 235), in welchem die Linsenblase um die Wucherung der passiven Zellen, wie um eine Stütze sich ausbildete. Dann wurden die Zellen durch Fasern verdrängt. Es kann sein, dass der Vorgang, den wir bei der Entwickelung der Linse einer Species sich abspielen sehen, eine ontogenetische Wiederholung dieser phylogenetischen Entwickelungsgeschichte ist.

Atresie der Arteria pulmonalis.

Von

Dr. H. W. Middendorp,

Professor der allgemeinen Pathologie und pathologischen Anatomie in Groningen (Niederlande)

(Hierzu Taf. IX, X u. XI.)

Vollständiger Mangel der Pars membranacea septi ventriculorum. Die Aorta nimmt ihren Ursprung aus beiden Kammern. Die Aa. bronchiales posteriores vertreten die A. pulmonalis.

Bei einem 33jährigen Manne, welcher im hiesigen Hospitale am 12. November 1885 einer parenchymatösen Nephritis erlag, seit seiner Jugend an starker Cyanose gelitten hatte und deshalb auch den Verdacht eines congenitalen Herzleidens erweckte, ohne dass sich bestimmt eruieren liess, welcher Art dasselbe sein möchte, wurde folgende besonders merkwürdige Hemmungsbildung des Herzens aufgefunden.

Der Mann war ein mittelgrosses, mageres Individuum, dessen Muskeln wenig entwickelt waren, von ausgeprägt cyanotischem Aussehen mit hochgradigem Oedem der Füsse und Genitalien, nebst Ascites.

Ausser Oedem mit Trübung der Arachnoidea und Pia mater und atheromatöser Entartung der A. basilaris, ergab die Obduction: Cirrhosis hepatis und parenchymatöse Nephritis. Die Nieren waren bedeutend grösser als normal, die Corticalsubstanz auffallend blass und breit, — sie maass an einigen Stellen selbst 1 cm —, und bot alle Zeichen einer chronischen, parenchymatösen Entzündung mit kleinzelliger Infiltration des interstitiellen Gewebes dar.

Bei Eröffnung des Thorax liegt nach Incision des Pericardium,

worin ziemlich viel Flüssigkeit, das Herz breit vor und auffallend perpendiculär.

Die Breite kommt hauptsächlich auf Rechnung des linken Ventrikels, dessen vordere Fläche von links nach rechts 6½ cm misst (Taf. IX. Fig. 1).

Die Spitze bildet die linke Kammer.

Im ganzen repräsentiert das Herz mit den grossen Auriculae ein embryonales Vorkommen. Die Weite der Aorta und die Kleinheit der A. pulmonalis mit dem fast gar nicht entwickelten Conus arteriosus dexter springen sogleich in's Auge.

Die Länge des herausgenommenen Herzens im ganzen beträgt 18 cm, die Breite 13, die Länge des linken Ventrikels 11 cm.

Nach Eröffnung beider Ventrikel, welche bei der Obduction unter meiner Leitung stets auf der Grenze zwischen der vorderen und hinteren Fläche, also genau an dem linken, resp. rechten Rande des Herzens mit frontalem Längsschnitte geschieht, zeigt sich, nach Entfernung der überflüssigen Gerinnsel, dass die Aorta, welche mit geronnenem Blut überfüllt ist, aus beiden Ventrikeln ihren Ursprung nimmt, indem das Septum ventriculorum oben mit freiem, 2½ cm dicken, abgerundetem Rande, genau in der Mitte unter dem Ursprunge der Aorta aufhört (Taf. IX. Fig. 2 und Taf. X. Fig. 2).

Aus beiden Kammern kann man ohne Schwierigkeit den Finger in die Aorta hinaufführen. Sowohl die Aorta adscendens und der Arcus als die Aorta descendens sind an mehreren Stellen ziemlich stark atheromatös entartet, ebenso hochgradig die A. coronaria sinistra, ein wenig nur die Valvulae semilunares der Aorta.

Die Kammerhöhlen sind weiter als normal, ebenso die Ostia venosa, welche links fast drei Fingerspitzen, rechts sehr leicht drei Finger bis auf die Mitte durchlassen. Besonders dick und fest fühlt der rechte Ventrikel sich an. Seine Dicke misst 2 cm, die des linken Ventrikels 1,7 cm. Beide Maasse lasse ich immer in der Mitte der Ventrikel, an dem linken, resp. rechten Rande des Herzens nehmen, nnd zwar links in der Ecke zwischen dem M. papillaris sinister und der Kammerwand.

Die beiden Valvulae atrioventriculares zeigen nichts Abnormes. Die Valvula foraminis ovalis ist an dessen Rande vorbei gewachsen,

aber nicht verlöthet, so dass man mit einer Sonde leicht vom rechten Atrium aus in das linke kommen kann; sie geht abermals an dem Rande des Foramen genug vorbei, um eben die Höhlen beider Atrien gehörig abzuschliessen.

Das Septum ventriculorum ist sehr dick. In der Mitte des Ventrikels misst es 3 cm und mit dem stark entwickelten M. papillaris sinister ventriculi dextri, welcher einen Teil des Septum ausmacht und an seiner ganzen linken Fläche damit verwachsen ist, etwas mehr als 4 cm.

Wie wir sahen, endet es oben frei mit $2^1/_2$ cm dickem, abgerundeten Rande. Es fehlt das Septum membranaceum ganz.

Die Valvulae semilunares der Aorta, die dextra anterior und die sinistra hängen an ihrem Ursprunge noch zusammen mit dem vorderen (linken), die Valvula semilunaris aortae dextra posterior mit dem hinteren Ende des Septum (Taf. X. Fig. 2).

Bei genauer Untersuchung der Höhle der rechten Kammer stellt sich heraus, dass ein Conus arteriosus dexter eigentlich nicht vorhanden und der Eingang in die A. pulmonalis ganz und gar geschlossen ist (Taf. IX. Fig. 3 und Taf. X. Fig. 3*). In der Richtung zur Ursprungsstelle der A. pulmonalis ist die Höhle des rechten Ventrikels etwas zusammengedrückt zwischen dem vorderen Rand des dicken M. papillaris und der Kammerwand. Die Decke dieses schmalen Gewölbes wird von dünnen Muskelbündeln gebildet, welche das kleine ovale blinde Ende umschlingen (Taf. X. Fig. 3*).

Die Arterie hat oberhalb ihres Ursprunges eine etwas plattgedrückte, ovale Form, 12 bis 16 cm im Durchschnitt; sie biegt sich unter den Arcus der dicken Aorta und teilt sich, wie gewöhnlich, in einen linken und einen rechten Ast, welche im Hilus pulmonum sich verzweigen.

Nachdem die Arterien etwa einen halben Finger breit oberhalb ihres Ursprungs abgeschnitten sind, sehen wir in der Aorta drei an einzelnen Stellen ein wenig atheromatös entartete Semilunarklappen, in der A. pulmonalis dagegen nur zwei Valv. semilunares, deren vordere 8 mm lang ist und kürzer als die hintere, welche 1 cm misst. Alle haben ihren Nodulus Arantii. Ungefähr 1 cm unterhalb des unteren befestigten Randes der vorderen Valvula semilunaris liegt der blinde

Anfang der A. pulmonalis. Die tiefste in Taf. IX. Fig. 3 mit * angedeutete Stelle des blinden Arteriensackes entspricht der in Taf. X. Fig. 3 mit * bezeichneten Decke des rudimentären Conus arteriosus dexter und ist hier nur 1 mm dick.

Es besteht also hier vollständige Atresie der Arteria pulmonalis.

Die voluminöse, im Durchschnitt 3,5 cm messende Aorta, deren Ursprung von der A. pulmonalis mit ihrem blinden Anfange nur teilweise bedeckt wird, entspringt, wie wir oben bemerkten, aus beiden Herzkammern, verläuft aber in der normalen Weise.

Aus dem Arcus entspringen die gewöhnlichen drei grossen Arterienstämme (Taf. IX. Fig. 1); die A. anonyma giebt eine A. thyreoidea ima ab und unterhalb der A. subclavia sinistra entspringt aus dem absteigenden Schenkel des Aortenbogens, vermutlich ein Ramus tracheobronchialis zur Bifurcation der Trachea und den dieselbe umgebenden Bronchialdrüsen (Taf. XI. Fig. 1 u. 2*).

Es war nun also die Frage, woher, da auch der Ductus arteriosus Botalli geschlossen war, die Lungen ihr Blut bekamen.

Bei näherer Untersuchung der Aorta descendens ergab sich, dass aus der hinteren Wand, gegenüber dem Hilus pulmonum, mehrere grössere paarige Arterienstämme entspringen (Taf. XI.).

Leider war es, nach Herausnahme der Organe aus dem Thorax, nicht mehr möglich, durch Injection genau zu ermitteln, in welcher Weise diese Arterienstämme verliefen.

Wir werden aber nicht weit von der Wahrheit entfernt sein, wenn wir den oberen rechten starken kleinfingerdicken kurzen Stamm (Taf. XI. *br.p.d.s.*) als die A. bronchialis posterior dextra superior betrachten. Diese teilt sich bald nach ihrem Ursprung in zwei grössere Rami und einen dritten, kleineren Ast. Für diese, wie für alle folgende Arterien, ist die Ausgangsöffnung innerhalb der Aorta bedeutend enger als das Lumen des Stammes, wie auch in Tafel XI angegeben ist. Ihr gegenüber nach links entspringt aus der hinteren Wand, etwas höher, ein zwar dünner, aber noch starker Ast (*br.p.s.s.*), welcher eine A. bronchialis posterior superior sinistra bildet. Gleich unter diesen beiden entspringen die paarige A. intercostalis aortica prima dextra (*i.a.pr.d.*) et sinistra (*i.a.pr.s.*), und unmittelbar unter diesen die fast gleich starke paarige A. bronchialis posterior sinistra media (*br.p.s.m*)

und die A. bronchialis posterior dextra inferior (*br. p. d. i*). Dann folgen zwei paarige Arterienstämme: links ein starker gemeinschaftlicher Stamm, welcher sich bald in zwei Aeste teilt, deren dickerer die A. bronchialis posterior sinistra inferior (*br. p. s. i.*), die andere, dünnere die A. intercostalis aortica secunda sinistra (*i. a. s. s.*) bildet: rechts eine feinere A. intercostalis aortica secunda dextra (*i. a. s. d.*).

Gegenüber dieser letzteren entspringt aus der vorderen Wand wahrscheinlich eine A. pericardiaca (*p*). Nun kommen wieder zwei paarige Stämme, der linke etwas dicker als der rechte. Der erste teilt sich bald in zwei fast gleich dicke Aeste, vermutlich der eine eine A. intercostalis aortica tertia sinistra (*i. a. t. s.*), der andere eine A. oesophagea (*oe.*). Der rechte bildet die A. intercostalis aortica tertia dextra (*i. a. t. d.*). Hierauf folgen die paarigen 4ten, 5ten, 6ten und 7ten Aa. intercostales aorticae dextra und sinistra, und rechts aus der vorderen Wand zwischen der 5ten und 6ten A. intercostalis aortica eine zweite A. oesophagea (*oe*).

Es existieren hier also rechts zwei, links drei abnormer Weise sehr stark entwickelte Aa. bronchiales posteriores. Unter normalen Umständen kommen gewöhnlich, wie auch Henle angiebt [1]), rechts eine und links zwei Aa. bronchiales posteriores vor. Also auch dann auf der linken Seite die meisten.

Inwiefern auch noch die Aa. intercostales aorticae prima et secunda an der Blutzufuhr der Lungen sich beteiligten, müssen wir in Zweifel lassen. Diese bedeutend erweiterten Aa. bronchiales posteriores übernahmen also bei diesem Manne die Rolle der A. pulmonalis. Die Lungen, ebenso wie der ganze Körper, erhielten deshalb gemischtes Blut, mit welcher Blutmischung ohne Zweifel der krankhafte Ernährungs-Zustand der Arterien, namentlich die atheromatöse Entartung von deren Wänden in Zusammenhang steht.

---

[1]) Handbuch der systematischen Anatomie des Menschen. Gefässlehre S. 155.

Erklärung der Abbildungen auf Taf. IX, X u. XI.

Alle Zeichnungen sind von mir selbst nach dem in Alkohol aufbewahrten Präparate angefertigt worden; nur die Figur 2 auf Taf. IX. ist halbschematisch.

Taf. IX.

Fig. 1. Das Herz von vorn gesehen in seiner natürlichen Lage. Die voluminöse Aorta, die kleine Arteria pulmonalis und die stark entwickelten Auriculae treten deutlich hervor.

A. Aorta mit dem Bogen und die drei aus diesem entspringenden Hauptstämme, die Anonyma (*A. a*), welche neben der Subclavia dextra (*S. d*) und Carotis communis dextra (*C. d*) eine A. thyreoidea ima (*Th. i*) abgiebt; die Carotis communis sinistra (*C. s*) und die Subclavia sinistra (*S. s*).

P. A. pulmonalis, welche sich in zwei Aeste teilt, von denen der rechte unter dem Aortenbogen sich nach rechts, der linke hinter der linken Auricula sich nach links begiebt. Bei * der blinde Anfang der Arterie, worin zwei Semilunarklappen.

Aur. s. Linkes Herzohr, welches die kleine A. pulmonalis fast gänzlich bedeckt und hier etwas nach links geschoben ist, um die Verteilung der letzteren besser sehen zu lassen.

V. P. S. A. Vena pulmonalis sinistra anterior.

Aur. d. Auricula dextra, den Ursprung der Aorta zum Teil bedeckend.

V. c. s. Vena cava superior.

A. c. d. A. coronaria dextra.

Fig. 2. Halbschematische Darstellung des Herzens auf frontalem Durchschnitt.

Man sieht, wie das Septum (*S*) unterhalb dem Ursprunge der Aorta (*A*) mit abgerundetem Rande frei endet, so dass also die sog. Pars membranacea septi fehlt.

Atr. d. Atrium dextrum mit der Vena cava superior (*V. c. s*).

Atr. s. Atrium sinistrum mit den Venae pulmonales.

V. D. V. S. Die Kammerhöhlen, welche beide in die Aortamündung führen.

Fig. 3. Das Herz schräg von links gesehen.

Der blinde Anfang der A. pulmonalis (*P*) ist geöffnet, so dass man in das Lumen hineinsieht. Die hintere Klappe ist etwas länger als die vordere; unterhalb beiden sieht man bei * den dünnen Boden, welcher an dieser Stelle nur 1 mm dick ist und dem in Fig. 3 auf Taf. X mit * angedeuteten Punkte entspricht.

A. Die geöffnete Aorta mit zurückgeschlagenen Semilunarklappen.

Taf. X.

Fig. 1. Ansicht des Herzens von oben. Die Aorta und A. pulmonalis sind abgeschnitten, die beiden Herzohren (*Aur. d.*, *Aur. s.*) etwas seitwärts geschoben. Man sieht von oben herab auf die Semilunarklappen.

A. Das weite Lumen der Aorta mit den drei ausgespannten Valvulae semilunares.

P. Die A. pulmonalis, worin nur zwei Valvulae semilunares: eine hintere längere (*v. s. p. p*) und eine vordere kürzere (*v. s. p. a*). Zwischen beiden Arterienstämmen durchschnittene Venenzweige.

a. c. s. A. coronaria sinistra, stark atheromatös entartet.

a. c. d. A. coronaria dextra.

V. P. Venae pulmonales.

Fig. 2. Dieselbe Ansicht. Die Klappen der Aorta sind zurückgeschlagen. Man sieht den freien oberen Rand des Septum ventriculorum (*S*), womit vorn die Valvula semilunaris dextra anterior (*v. s. d. a*) und Valvula semilunaris sinistra (*v. s. s*) und hinten die Valvula semilunaris dextra posterior (*v. s. d. p*) an ihrem Ursprunge zusammenhängen.

An beiden Seiten des Septum sieht man in die Höhle des rechten und linken Ventrikels hinein.

Fig. 3. Die rechte Kammer geöffnet.

Man sieht, wie der mächtige M. papillaris mit dem Septum verwachsen ist. Zwischen diesem Papillarmuskel und der inneren Kammerwand bemerkt man einen schmalen Raum, der sich zum blind endenden rudimentären Conus arteriosus dexter verjüngt, dessen Decke bei * von dünnen sich Schlingenähnlich umbeugenden Muskelbündeln gebildet wird.

Bei ** sieht man den oberen freien Rand des Septum, die Oeffnung von unten begrenzend, welche in das Lumen der Aorta führt, während von oben herab teilweise die Valvula semilunaris dextra anterior (*v. s. d. a*) und posterior (*v. s. d. p*) hervorragen.

Valv. tr. Die Valvula tricuspidalis, das Ostium venosum dextrum bedeckend.

M. p. Musculus papillaris, mit dem Septum an seiner linken Fläche ganz und gar verwachsen.

Aur. d. Rechtes Herzohr.

Taf. XI.

Der Arcus aortae und die Aorta descendens thoracica sind in Fig. 1 von hinten, in Fig. 2 von vorn und geöffnet dargestellt. Die Bezeichnungen für beide Figuren sind dieselben.

Oben die drei Hauptstämme, die Anonyma (*A. a*) mit der Subclavia dextra (*S. d*), der Carotis communis dextra (*C. d*), und der A. thyreoidea ima (*Th. i*), die Carotis communis sinistra (*C. s*) und die Subclavia sinistra (*S. s*); unterhalb der letzteren ein Ramus tracheo-bronchialis bei *.

Gegenüber dem Hilus pulmonum entspringen paarige Stämme. Das Lumen dieser und der folgenden Stämme ist bedeutend weiter als ihre Ursprungsöffnung in der Aorta.

br. p. d. s. Die mächtige A. bronchialis posterior dextra superior, ihr gegenüber

br. p. s. s. die weniger starke aber noch bedeutende A. bronchialis posterior sinistra superior. — Unter diesen

i. a. pr. s., *i. a. pr. d.* } die Aa. intercostales aortae primae dextra und sinistra. — Dann folgen

br. p. d. i. die A. bronchialis posterior dextra inferior und

br. p. s. m die A. bronchialis posterior sinistra media. Hierauf links ein gemeinschaftlicher Stamm für

br. p. s. i. die A. bronchialis posterior sinistra inferior und

i. a. s. s. die A. intercostalis aortica secunda sinistra, neben dieser

i. a. s. d die A. intercostalis aortica secunda dextra. Dann folgen links wieder ein kurzer Truncus communis für

oe. eine A. oesophagea und

i. a. t. s. eine A. intercostalis aortica tertia sinistra, an ihrer rechten Seite

i. a t. d. die A. intercostalis aortica tertia dextra.

Weiter nach unten entspringen nun die 4te, 5te, 6te und 7te paarige A. intercostalis aortica.

Aus der vorderen Wand kommen rechts noch eine A. pericardiaca (*p*) und unten eine zweite A. oesophagea (*oe'*).

Ueber die Verbindung des Nervus opticus mit dem Tuber cinereum

von

Dr. A. D. Ónodi,

Erster Assistent am anat. und embryol. Institut zu Budapest.

Ich habe vor Jahren eine höchst seltene und interessante Varietät beobachtet, welche ich seinerzeit in einer kurzen Notiz beschrieb [1]). Ich legte damals das Hauptgewicht auf die abnorme Verbindung des Nervus opticus mit dem Plexus cavernosus, welche auch insofern den Charakter einer Substitution hatte, als zwischen dem N. opticus und dem Ganglion ciliare oder dem aus demselben entspringenden Zweige keine Verbindung vorhanden war.

Die seitdem mitgeteilten hierauf bezüglichen anatomischen und experimentellen Untersuchungen veranlassen mich, betreffs dieser seltenen Varietät einige Bemerkungen hinzuzufügen. Im gegebenen Falle zog im Winkel zwischen Tractus und N. opticus gegen die laterale Seite des Nerven ein Nervenstamm hin, welcher mit zwei Wurzeln seinen Ursprung nahm. Die schwächere ½ mm dicke Wurzel trat 6 mm vor dem Corpus geniculatum aus der Furche zwischen Tractus und Pedunculus hervor, zog anfangs an der medialen Seite, dann an der ventralen Oberfläche des Tractus hin, wo er mit der zweiten 1 mm dicken Wurzel sich vereinigte, welche letztere aus dem Gebiete zwischen Tractus opticus und Tuber cinereum entsprang. Der aus diesen zwei Wurzeln gebildete Nervenstrang trat durch das Foramen opticum in

---

[1]) Ueber eine sympathische Verbindung mit dem N. opticus. Centralblatt für med. Wissenschaften. 1883. Nr. 20.

die Augenhöhle und zerfiel an der lateralen Seite des N. opticus in zwei Aeste, welche sich im mittleren Drittel des intraocularen Teiles des Nervus opticus wieder zu einem Stamme vereinigten, welchem sich ein Faden des Plexus caroticus internus anschloss. Vier Millimeter nach vorn von dieser Vereinigung drang er in die laterale Seite des N. opticus ein.

Meynert [1]) hat in dem lateralen Gebiete des Tuber cinereum ein Ganglion beschrieben, welches er Ganglion opticum basale nennt, und von welchem er nichtgekreuzte Fasern für den entsprechenden Opticus entspringen lässt. Nach Luys [2]) sollen sich dieselben noch im Tuber cinereum kreuzen. Gudden [3]) betrachtet das Meynert'sche Ganglion nicht als Opticusganglion und in betreff der über den Tuber cinereum beobachteten einzelnen Faserbündel vermag er nicht zu entscheiden, ob sie eine Commissur bilden oder sich kreuzen. Stilling [4]) behauptet auf Grund seiner Resultate, dass dieselben von der unteren Fläche des Tuber cinereum in den entsprechenden Opticus eindringen.

Das im beschriebenen Falle aus dem Tuber cinereum entspringende Bündel hat ein ausserordentliches Interesse, insofern sein anomales Ausscheiden jeden Zweifel ausschliessend beweist, dass eine zwischen dem Tuber cinereum und dem Nervus opticus in der grauen Substanz gelegene ungekreuzte Faserbahn bestimmt existiert; aber jenes Bündel lenkt die Aufmerksamkeit schon zufolge seiner Lage in physiologischer Beziehung auf sich. Insbesondere auf Grund der betreffenden physiogischen Experimente Bechterew's [5])! Dieser hat nämlich gefunden, dass das sagittale Durchschneiden des Chiasma und der Regio infundibuli in der Weite und Reaction der Pupille keine ausgesprochene Veränderung hervorruft. Weiterhin beobachtete er, dass aus der Durchschneidung der lateralen Wand des dritten Ventrikels die Erweiterung

---

[1]) Vom Gehirne der Säugetiere. Stricker's Handbuch der Gewebelehre. II. Bd. 1872. S. 731.

[2]) Meynert. Vom Gehirne etc. l. c.

[3]) Ueber die Kreuzung der Fasern im Chiasma nervorum opticorum. Archiv f. Ophthalmologie. 1874. 20. Bd. II. Abt. S. 249. — 1879. 25. Bd. I. Abt. S. 9.

[4]) Untersuchungen über den Bau der optischen Centralorgane. 1. T. Chiasma und Tractus. 1882. S. 34.

[5]) Ueber den Verlauf der die Pupille verengernden Nervenfasern im Gehirn und über die Localisation eines Centrums für die Iris u. Contraction der Augenmuskeln. Pflüger's Archiv f. Physiologie. 31. Bd. 1. u. 2. Heft. 1883. S. 76, 77.

und Unbeweglichkeit der Pupille resultiert, ebenso als wären der N. opticus und N. oculomotorius derselben Seite durchschnitten worden. Daraus schliesst Bechterew, dass die erwähnten Fasern in ihrem weiteren Verlauf auch ungekreuzt bleiben. Also nach Bechterew entstammen pupillenverengernde Fasern aus der Retina, verlaufen im Nervus opticus bis zum Chiasma, wo sie, in die entsprechende Hälfte der Regio infundibuli eintretend, zum Kern des Nervus oculomotorius und von da zur Peripherie streben.

Der Verlauf dieser Fasern zeigt eine auffallende Aehnlichkeit mit der besprochenen Anomalie, und Bechterew's Abhandlung erweckte in mir die Ueberzeugung, dass wir es in dem bezeichneten Bündel mit einem aus dem Tuber cinereum anomal hervortretenden Nervenbündel der von Bechterew beschriebenen pupillenverengernden Fasern zu thun haben. Diese meine Auffassung habe ich auch Herrn Bechterew mitgeteilt, der sich darüber, wie folgt, äussert: „Ihr Fall, in dem diese Fasern anomaler Weise zu einem soliden, makroskopisch sichtbaren, in die Substanz des Tuber cinereum sich einsenkenden Strang entwickelt sind, bietet ein so evidentes Zeugnis zu gunsten der erwähnten Ansicht der Anatomen, dass es wohl nicht mehr möglich ist, an dem Bestehen einer directen Verbindung zwischen Netzhaut und centraler grauer Substanz zu zweifeln. Es ist nicht nur sehr möglich, sondern sogar sehr wahrscheinlich, dass das in Ihrer Zeichnung mit *BC* bezeichnete (nämlich den N. opticus mit dem Tuber cinereum verbindende) Bündel zu der Musculatur des Auges in Beziehung steht, indem es vielleicht Fasern enthält, deren physiologische Bedeutung ich in meiner von Ihnen erwähnten Abhandlung auf Grund von Experimenten an höheren Tieren festgestellt habe“.

Contribution à l'étude des cellules anastomosées des épithéliums parimenteux stratifiés

par le

Dr. J. R. Cajal,

professeur d'Anatomie humaine à l'Université de Valence (Espagne [1]).

(Avec Pl. XII.)

I. Structure de l'épiderme.

Mes premières recherches sur la texture des cellules de Malpighi de la peau datent de l'an 1880. Leur objet était alors de contrôler l'existence des ponts de jonction décrits par Bizzozero [2]) et par Ranvier [3]).

En examinant des coupes très fines de l'épiderme à l'aide de forts objectifs d'immersion je confirmais les vues de ces histologistes, et je pus me convaincre que les épines dites engrenées des auteurs sont des filaments deliés parallèles, qui relient les cellules en traversant la matière interstitielle. Je croyais aussi que ces filaments se rattachent à ceux du *réticulum* protoplasmatique en reproduisant une disposition semblable à celle décrite par Flemming [4]) et confirmée plusieurs fois par moi dans l'épiderme des larves de la *Salamandra maculata* [5]). Chez

[1]) Déjà publié en part dans La crónica médica de Valence, 20. Mars.

[2]) Sulla struttura degli epiteli pavimentosi stratificati. Medicinisches Centralblatt. 1875. p. 482.

[3]) Nouvelles recherches sur le mode d'union des cellules du corps muqueux de Malpighi (Comptes rendus, 20. Oct. 1879); et son traité technique d'histologie, p. 883 et suivantes.

[4]) Zellsubstanz, Kern und Zellteilung. 1882.

[5]) Manual de Histologia normal y de técnica micrográfica. Valencia. 1884.

cet urodèle on aperçoit un réseau polygonal assez régulier d'où sortent des filaments d'épaisseur analogue rattachés aux protoplasmes voisins.

Mes nouvelles recherches me firent abandonner ma première opinion par rapport aux anastomoses intracellulaires des filaments d'union, et je pense aujourd'hui que ceux-ci, en arrivant au protoplasme, marchent sans s'y joindre dans une direction presque parallèle ou un peu divergente, disposition confirmée souvent par moi dans les cellules des épithéliomes du lèvre.

Nous n'avons pas à traiter ici la structure, aujourd'hui bien connue, des cellules épidermiques de la peau; du reste, nous y reviendrons plus loin à propos de l'étude des éléments des épithéliomes. Nous allons toucher légèrement deux points: la texture des cellules de la couche granuleuse de la peau, et celle des éléments prismatiques de la première rangée de l'épiderme.

Le *stratum granulosum* de la peau (Unna) apparait, après l'action du carmin, ainsi que Langerhans l'a bien indiqué [1]) coloré en rouge fort. Dans le protoplasma des cellules losangées qui composent cette couche, Ranvier a signalé [2]) l'existence des gouttes d'une matière avide du carmin qu'il appelle *éléidine*.

Les cellules qui contiennent l'éléidine sont remarquables par bien de particularités negligées des auteurs qui ont traité ce sujet. En premier lieu, leur *réticulum* diffère beaucoup de celui des autres éléments malpighiens. Il est très gros, fort réfringent, et il semble anastomosé. Ses fils, larges et flexueux, limitent des espaces polygonaux irréguliers où l'on trouve des petits granules d'éléidine. Cette substance fait défaut dans la part périphérique du protoplasme. En outre, le *réticulum* devient ici plus fin et serré et, par suite, beaucoup moins visible. Sur cette zone, la direction des fils est presque parallèle, et on les voit se continuer avec la charpente des autres éléments après avoir traversé une ligne d'un cément vague et à peine visible (Pl. XII. Fig. 4 *a*, *e*). Sur le côté des éléments touchant la lame cornée de la

---

[1]) Ueber Tastkörperchen und Rete Malpighi. Archiv für mikroskopische Anatomie. 1873.

[2]) Sur une substance nouvelle de l'épiderme et sur le processus de keratinisation du revêtement épidermique. Comptes rendus de l'Ac. d. Scienc.. 30. juin. 1879.

peau, se montrent des fils extrêmement deliés et serrés qui disparaissent vite en se plongeant dans la matière keratinique (*g*).

Le noyau de ces éléments est très apparent, et diffère beaucoup de celui des cellules placées en dessous. La cromatine (seule part visible du noyau) se présente isolée au milieu du *réticulum*, sous la forme d'un amas spheroïdal ou irrégulier, fort petit et très dense. Ce granule se colore plus fortement par le carmin que les autres noyaux de la peau, et apparait tantôt homogène, tantôt bosselé et irrégulier. Souvent, il offre des traces d'une texture fibrillaire compliquée.

Autour du noyau, il-y-a constantement un espace ou vacuole circulaire claire et dépourvue d'éléidine (*c*). Quelquefois, le contour de cet espace est très irrégulier et comme déchiré. Il semble alors communiquer avec les espaces du *réticulum*. Du reste, ce vide perinucléaire nous semble, tout simplement, l'exagération d'une zone transparente déjà visible dans quelques éléments malpighiens.

Quant à la membrane nucléaire, elle n'est pas visible. En supposant qu'elle existe nous croyons qu'elle se trouve placée immédiatement sur le noyau plutôt qu'entourant la vacuole perinucléaire.

En étudiant la couche grenue de la peau de la main du singe (*Cercopithecus*) nous avons confirmé les détails que nous venons d'exposer. Seulement on remarque que les éléments de la couche éléidinique sont mieux limités, que le *réticulum* à fils gros que nous avons décrit occupe presque tout le protoplasme, que les noyaux sont moins atrophiés et qu'ils sont renfermés dans une vacuole plus étroite.

Du reste, dans la peau du singe on peut suivre mieux que dans celle de l'homme toutes les phases du processus kératinique. Celui-ci débute par la couche corticale des éléments granuleux, puis gagne le *réticulum* fort qui entoure les noyaux, et finit pour faire une invasion en ceux-ci, lesquels résistent longtemps, car ils subsistent encore, bien que très atrophiés et pâles, dans les étages plus inférieurs de la couche cornée.

En somme, l'aspect granuleux de la couche de ce nom on le doit, d'une part, à la vision confuse d'un *réticulum* très-âpre et réfringent, et d'autre, à la perception des noyaux atrophiés, conjointement avec des granules d'éléidine.

Quant à la coloration rouge de cette couche d'après l'action du carmin, elle tire son origine de l'affinité qui possèdent vers cette matière: 1) les noyaux condensés et atrophiés; 2) l'éléidine des protoplasmes; 3) et une substance répandue d'une façon diffuse dans la couche plus basse de l'épiderme cornée.

Je ne partage (et nous arrivons à un autre point) l'opinion de Ranvier sur la nature des dentelures de la première rangée cellulaire de Malpighi. Je ne saurais admettre que ces prolongements soient simples appendices du protoplasme. Lorsqu'on examine, avec un objetif fort, des tranches fines perpendiculaires à la direction des papilles, on y voit les dents sous la forme de prolongements irréguliers et fasciculés, dont les contours sont très indecis, tant du côté du corps cellulaire que de celui du derme. En outre, la matière dont se composent ces expansions a-t-elle un aspect vitreux et une grande diaphanité. Elle se colore moins que le protoplasme dans les solutions de picrocarminate et dans celles d'acide osmique. Elle résiste aux acides et alcalis à la manière des couches basales.

Dans la surface des papilles de la peau du singe on voit, plusieurs fois, de la manière plus correcte, un plateau transparent, vitreux et incolorable par les réactifs. Par fois, il se montre homogène; mais, plus souvent, apparait nettement strié et même divisé en faisceaux de longueur inégale.

On dirait que ces expansions sont des fascicules formés par les fils du *réticulum* écartés et divergents, ayant subi une modification chimique profonde par suite de leurs rapports avec le tissu conjonctif. Enfin, la ressemblance de cette part des cellules profondes malpighiennes est si grand avec le plateau qu'on décrit dans les extrémités *basales* des éléments épithéliaux profonds de la cornée que je n'hésite pas les considérer comme une formation analogue.

II. Cellules malpighiennes des épithéliomes du lèvre.

La grandeur notable des cellules pavimenteuses de l'épithéliome du lèvre, d'une part, et d'autre, la facilité d'obtenir des pièces absolument fraîches pour l'examen suscitèrent en nous l'idée d'y étudier avec soin la structure et les rapports des filaments d'union.

La méthode que nous préférons pour la préparation de ces élé-

ments c'est la suivante. La pièce recueillie tout-à-fait fraîche on la soumet à l'action durcissante de l'alcool, en achevant le durcissement par la gomme et l'alcool absolu. On y fait au microtome (nous employons celui de Rivet) des coupes verticales qui doivent être extrêmement minces.

Lorsqu'elles sont debarrasées de la gomme par un séjour de quelques heures dans l'eau distillée, on les plonge dans une solution diluée d'acide chlorhydrique (au 2 par 100). Elles devront subir dans ce liquide une digestion pendant quatre ou six jours. Après, on les lave à l'eau distillée, à fin d'entraîner l'acide, on les colore à la hématoxyline et on les monte dans la glycérine en préparation persistante. Cependant, il est préférable, pour faire une bonne observation, les examiner dans l'eau avant le montage définitif.

Les cellules du cancroïde du lèvre peuvent être divisées en deux variétés : 1) cellules opaques et granuleuses ; 2) transparentes et fibreuses. Ces dernières sont les plus grandes (0,03—0,04 mm).

1) Cellules opaques. Elles ne diffèrent pas des éléments du corps de Malpighi que parce qu'elles sont plus volumineuses. Leur forme est polyédrique irrégulière. Elles contiennent un ou deux noyaux lesquels renferment, sous une membrane chromatique, des nodules de nucléine considerés ordinairement comme des nucléoles. Parfois, la nucléine se montre disposée en *réticulum* irrégulier et imparfait. Le protoplasme apparait souvent nettement fibrillaire. D'autres fois, il est très difficile distinguer cette texture, surtout aux environs du noyau où les fibres sont très-serrées et forment un treillis fort mêlé (Pl. XII. Fig. 1).

En observant la surface de quelques éléments de la coupe, on découvre certaines granulations grosses, rondes et brillantes. Lorsqu'on les met à point soigneusement avec un objectif fort, on s'assure bientôt qu'elles sont, tout simplement, les filaments d'union coupés de travers par le rasoir (Pl. XII. Fig. 5, 6 et 7).

Dans les espaces intercellulaires, les fils d'union se présentent avec la plus grande correction. Ils sont un peu plus épais que ceux de la peau. Pareillement à ceux-ci ils marchent parallèles et atteignent normalement les côtés cellulaires.

On y peut les suivre à travers du protoplasme jusqu'à près du noyau sur lequel passent souvent en s'écartant et se croissant en angles aigus avec les fibres qui viennent d'autres cellules. Il est difficile parsuivre les fibres dans tout leur itinéraire intra-cellulaire; cependant, quelquefois, on les voit se continuer avec les fils d'union du côté opposé en conservant leur individualité pendant tout leur trajet protoplasmatique. Dans certains éléments très volumineux, nous avons aperçu les fibres d'union s'engager autour du noyau en lui formant une couche épaisse de filaments concentriques entrecroissés. Cette zone se montre écartée du noyau par un espace clair sans *réticulum* (Pl. XII. Fig. 1 *g*). Nous n'avons pu, du reste, démontrer des anastomoses entre les fibres, ni en dedans ni en dehors du protoplasme.

Les filaments d'union qui proviennent des cellules se touchant seulement par une expansion étroite, forment des faisceaux longs (*longs filaments* des auteurs) composés de fibres très bien démarquées, lesquelles peuvent être suivies à de grandes distances dans les protoplasmes (Fig. 1 *c*).

Pendant leur trajet à travers du cément, les fils d'union semblent un peu plus gros, près d'un troisième, circonstance qui a été déjà indiqué par Ranvier [1]) et qu'il explique en supposant que chaque filament, porte avec soi une prolongation de la matière protoplasmatique. Cette opinion ne nous semble pas théoriquement acceptable; car, si la matière interfilaire ou *enchylème* (protoplasme de Ranvier) est liquide, comme ça arrive dans les cellules franchement réticulées des batraciens et articulés, parait très douteux qu'elle forme une enveloppe solide pour les filaments; d'autant plus que la réfringence de ceux-ci est bien plus grande que celle de la matière interfilaire du protoplasme. Lorsqu'on met à point, avec l'objetif 1/18 Zeiss les filaments d'union des plus grandes cellules, on aperçoit, au niveau de la moitié de leur trajet, un renflement local, de forme variable. J'ai vu des intervalles cellulaires très longues dans lesquels tous les fils avaient une dilatation moyenne cylindrique ou fusiforme (*e*). Parfois, l'augmentation en largeur des filaments procède de ce que dans certains endroits passent joints deux ou plus de ceux-là, en produisant l'impression d'un filament très gros.

[1]) Comptes rendus. Décembre 1882.

On constate aussi cette disposition lorsqu'on examine les granulations grosses et brillantes lesquelles se présentent à la surface de quelques cellules, granulations dont nous venons de faire plus haut l'interprétation comme des sections transversales des fils d'union. On observe dans ces endroits que la matière des filaments est homogène, très réfringente, et on remarque, entre les sections, tantôt elliptiques, tantôt rondes, de ceux-ci, quelques-unes accolées ou soudées par une de leurs faces. Cependant, ce dernier cas est peu fréquent; pourtant, il ne suffit pas pour expliquer le fait général des renflements extracellulaires des filaments.

Je crois, donc, que ce renflement ainsi que l'augmentation de réfringence du trajet extracellulaire des fils, on le doit à une prolongation de la membrane du protoplasme. Cette hypothèse pourrait expliquer parfaitement les dilatations locales déjà mentionnées; il suffit pour cela, supposer que l'enveloppe des filaments d'union, brisée par étirement, ou par d'autres causes au niveau de ses attaches à celle du protoplasme, ait été refoulée et repliée vers le centre de chaque fil, supposition qui acquiert certaine vraisemblance en considérant que les renflements locales apparaissent, de préférence, dans les plus larges espaces intercellulaires.

Mais, il-y-a une autre observation qui vient aussi à l'appui de cette manière de voir. Les cellules qui composent la première rangée épithéliale du cancroïde du lèvre, sont longues, prismatiques, étroites comme celles de la peau, quoique un peu plus volumineuses. Dans les coupes transversales (parallèles à la surface conjonctive), ces cellules apparaissent sous la forme de petits champs rhomboïdaux, ou ovales, contenant un noyau qui remplit presque toute leur extension (Pl. XII. Fig. 6).

Entre ces éléments il-y-a des espaces de cément fort larges et clairs où les fils d'union, ici très rares, détachent avec la plus grande netteté. L'enveloppe des cellules apparait nettement sous la forme d'une couche périphérique très réfringente et homogène; et lorsqu'on la met au point à l'aide d'un bon objectif et au niveau des endroits d'où sortent les fils d'union, on observe que ceux-ci sont continués avec celle-là en participant de son aspect et réfringence. En dedans de

l'enveloppe, on voit quelques fois les prolongements intérieurs des filaments d'union, mais fort-grêles et pâles (Pl. XII. Fig. 6 *c*).

Cela va sans dire, que ces observations ne sont pas décisives sur la question; mais nous croyons qu'elles prêtent à notre hypothèse certain degré de vraisemblance, d'autant plus si nous considérons que nulle part existent des protoplasmes dépourvus d'enveloppe, se trouvant jusque dans les hématies et leucocytes du sang.

2) Cellules transparentes (Pl. XII. Fig. 2). Certains endroits des épithéliomes du lèvre, ordinairement au voisinage des globes épidermiques, offrent des cellules géantes (de 0,03—0,04 mm), muniés d'un ou de deux noyaux petits et nucléolés. Ces cellules sont surtout remarquables par leur indifférence vers les réactifs colorants, sauf l'acide picrique, par leur résistance à l'action des acides et des alcalis, par leur diaphanité parfaite, et, enfin, par leur texture nettement fibrillaire démontrable même à des faibles grossissements. Toutes les fibrilles du protoplasme apparaissent de la même largeur, et on les voit souvent se placer parallèlement dans chaque cellule. Elles offrent, quelques-fois, aussi, une même direction sur un groupe d'éléments. Ces fibrilles, du reste, sont homogènes, brillantes, et très rapprochées. Parfois, elles forment des couches concentriques entremêlées autour du noyau.

Les espaces intercellulaires sont fort étroits; on dirait qu'ils n'existent pas, et que les cellules sont soudées entre elles dans certains points (*c*). Cependant, en observant avec un objectif fort (*F* ou *J* Zeiss) deviennent visibles les contours cellulaires, et, entre eux, les fibres d'union courtes et extrêmement grêles, lesquelles sautent d'une cellule à l'autre. En quelques endroits, les cellules montrent des fils d'union seulement au niveau des côtés opposés du protoplasme. En tout cas, ces fibrilles se continuent évidemment avec celles de la charpente protoplasmatique.

Ces singuliers éléments de l'épithéliome pavimenteux me semblent très analogues à ceux qui composent le bulbe pileux, un peu par dessus de la papille. J'ai demontré [1]) que l'aspect fibrillaire ou strié

[1]) Loc. cit. (Tejido piloso, p. 335 et suivantes).

de la couche cortical de la racine du poil ne procède de la vision de l'ensemble des contours longitudinaux des cellules allongées périphériques, mais de la perception confuse des fils du *réticulum* de ces dernières. Ce *réticulum* peu visible dans les éléments du bulbe qui entourent la papille, devient d'autant plus évident qu'il est arrivé à un degré plus élevé de kératinisation. En outre, c'est à remarquer que les fibres du *réticulum* ont une direction en grand partie longitudinale, et qu'elles se continuent, en traversant le cément, dépuis les éléments placés dans un rangée jusqu'à celles d'un autre, bien entendu, seulement dans le sens de l'axe du poil (Pl. XII. Fig. 3).

Une pareille apparence présentent les éléments de la gaîne de Henle, un peu par dessus de leur origine. Lorsqu'on les examine dans les coupes très fines à l'aide de l'objectif $^1/_{18}$, on arrive à reconnaître une striation longitudinale parallèle laquelle disparait à mesure que la kératinisation se présente et que le noyau s'atrophie. Cela n'est pas toujours démontrable dans la région originaire de la couche de Huxley, parce que la présence de l'éléidine masque la mentionnée disposition. Non obstant, parfois, surtout en observant des préparations non-teintes, on voit clairement la striation longitudinale.

C'est un fait bien rémarquable que, tant dans les cellules du poil comme dans celles de la peau et de l'épithéliome, l'évolution kératinique soit toujours précédé de phénomènes semblables. Ces sont, comme nous venons de l'exposer: une meilleure visibilité du *réticulum* et une augmentation de la largeur et du parallélisme de ses filaments constitutifs. Ainsi, donc, je pense qu'il y s'agit tout probablement d'un fait régulier et constant, nécessaire au processus kératinique, et dont la cause doit se rattacher, au moins en partie, à la faute ou diminution de la rénovation nutritive; car c'est justement dans les cellules fort éloignées de la source sanguine qu'arrive la transformation cornée.

3) Cellules anastomosées des muqueuses. C'est un fait bien connu des histologistes l'existence des fibres d'union dans les éléments de la muqueuse linguale, de celle du pharynx et celle de l'oesophage. J'ai contrôlé plusieurs fois cette disposition chez l'homme, le singe, le lapin etc., en observant ces épithéliums à forts grossissements (J ou

$^1/_{18}$ à l'immersion) et dans préparations exécutées par les procédés courants (Pl. XII. Fig. 5).

Les fibres d'union sont ici plus fines que dans la peau, ainsi que plus courtes et pâles; mais la charpente du protoplasme est si déliée et mêlée qu'on ne peut apercevoir les liasons qui doivent probablement exister entre le *réticulum* et les fils anastomotiques. Quelquefois, on voit les fils d'union pénétrer dans le protoplasme et s'engager jusqu'à près du noyau. Cela se montre surtout dans les cellules profondes de l'épithélium des gencives et de la voûte palatine, dont les fibres d'union sont un peu plus larges. Bien que plus difficilement, on peut, quelquefois, contrôler une pareille structure dans les éléments profonds de l'oesophage et de la langue.

Du reste, les fils d'union s'aperçoivent seulement dans les trois ou quatre rangées cellulaires profondes, dont le cément est peu réfringente, et les membranes cellulaires sont presque invisibles. A mesure que les éléments occupent un niveau plus haut, la matière intercellulaire devient plus dense et réfringente, et les enveloppes protoplasmatiques gagnent en clarté. Alors, les fils d'union sont absolument invisibles, parce que leur indice de réfraction se confonde avec celui du cément et des membranes.

Il n'y-a pas endroit où la recherche des filaments d'union devienne si difficile que dans l'épithélium palpébral. Non obstant, on y parvient à les découvrir en examinant les plus minces coupes des paupières et s'en aidant des plus forts objectifs. En tout cas les filaments d'union s'y montrent exclusivement dans les couches profondes de l'épithélium; dans la rangée superficielle composée d'éléments pyramidaux ils sont absolument insaississables, même à les plus forts grossissements.

Enfin, nous dirons, pour terminer, que nous avons constaté aussi la disposition anastomosée dans la muqueuse des points et conduits lacrymaux, dans le souscloison des fosses nasales, dans les organes génitaux externes de la femme et dans l'épithélium de la cornée de l'homme et des grands mammifères. Sur cette dernière recherche nous allons dire quelques mots.

4) Épithélium antérieur de la cornée. La découverte des filaments d'union chez la muqueuse buccale, oesophagique etc. d'une

part, et d'autre le fait déjà connu par Rollett et confirmé par plusieurs histologistes de ce que les cellules moyennes de l'épithélium antérieur de la cornée offrent des piquants ou des dents engrénés, nous firent accepter comme très vraisemblable pour ce dernier épithélium, la structure plus haut décrite dans les cellules de la peau et du cancroïde. Car, il est bien su que dans l'évolution des idées sur la structure des épithéliums pavimenteux, les opinions d'engrenage, de dispositions suturales ont toujours précédé à celle d'éléments anastomosés par des appendices protoplasmatiques.

Mes premières recherches eûrent lieu dans les cellules épithéliales de la cornée isolées tantôt par la méthode de Ranvier (alcool au tiers [1]) tantôt par celle de Rollett (macération dans le chlorure de sodium au 10 par 100 [2]). Elles nous permirent de confirmer *de visu* l'existence des épines et des aspérités signalées par les histologistes. Mais bientôt nous fûmes convaincus que par cette méthode il n'était point possible réssoudre la question; parce qu'il est très difficile, d'après ces observations, décider si les mentionées épines représentent des filaments d'union brisés par suite des manoeuvres d'isolement des éléments, ou si elles sont des dents normales de la couche périphérique du protoplasme. C'est par cela que nous préférons la méthode des coupes, surtout les antero-postérieures ou normales à la surface de la cornée.

C'est à remarquer que les coupes tangentes de l'épithélium de la cornée de l'homme et du lapin exécutées sur pièces indurées dans l'alcool ou dans l'acide chromique ne sont pas démonstratives par rapport à l'existence des filaments d'union; cela arrive aussi en étudiant les préparations faites par raclement dans la cornée de la grenouille et du lapin. Les préparations colorées en frais avec la solution aqueuse et acetifiée du vert de methyle montrent très bien la texture réticulée des noyaux en repos et les figures karyokinétiques; mais le cément acquiert une telle homogénéité qu'on ne peut en apercevoir le moindre détail.

Au contraire, les coupes antero-postérieures de la cornée de l'homme, du singe et du lapin, pratiquées dans des pièces durcies fraîches à l'alcool et à la gomme, sont très démonstratives, pourvu que

[1]) Leçons d'Anatomie générale. Livre sur la cornée. p. 313.

[2]) Manual of Histology by S. Stricker (édition américaine). p. 890.

celles-là soient très déliées (de 0,004—0,01 mm) et qu'elles aient été soumises pendant quelques jours à l'action de l'acide chlorhydrique dilué. Il faut, en outre pratiquer l'examen dans l'eau, et s'aider de l'objectif $^1/_{18}$ Zeiss, Oc. 4, appareil Abbe, muni avec le plus petit diaphragme; parce que c'est dans ces conditions que les filaments d'union apparaissent mieux. Du reste, ils se présentent quoique moins clairs dans les coupes digerées à l'acide hydrochlorique, colorées dans le carmin et montées à la glycérine (Pl. XII. Fig. 7, 8 et 9).

En examinant attentivement ces préparations, surtout des coupes antero-postérieures de la cornée de l'homme, on constate d'abord l'existence des trois couches épithéliales classiques: la profonde composée de cellules prismatiques, la moyenne formée d'éléments polyèdriques à fosettes, et la superficiel bâtie de cellules aplaties très larges et transparentes.

On y voit aussi que les cellules profondes portent dans leurs extrémités postérieures une zone brillante (*a*), vitrée, striée et comme déchirée (plateau de Rollet). On constate facilement que cette zone ne se teint pas par le carmin, ni par l'hématoxyline, ni par l'acide osmique. Du côté de la couche basale de la cornée, cette zone apparait déchirée en faisceaux bien distincts qui s'attachent à des âpretés de la basale; du côté du protoplasme ces faisceaux se continuent d'une façon graduelle et ménagée avec le *réticulum* cellulaire.

Cette zone ou plateau est très mince et comme fragmenté chez l'homme, plus large chez le singe, et bien plus grosse et homogène chez le lapin. (Comparez Pl. XII. Fig. 7, 8 et 9 *a*).

Du reste, la couche basale n'est pas exclusive des cellules profondes; on la voit aussi dans les extrêmes profondes des éléments de la seconde et parfois même de la troisième rangée, sous la forme d'un croissant brillant, incolore et parfaitement homogène (*c*). Elle correspond souvent en dessous des éminences des cellules moyennes et superficielles qui portent les noyaux (Pl. XII. Fig. 7 *c* et 8 *c*).

Les filaments d'union sont déjà visibles dans les interstices étroits qui séparent les cellules de la rangée profonde. Ils sont très fines et courts et abordent, en direction normal, les côtés du protoplasme. Mais, c'est dans l'interstice qui divise les éléments de la première couche de ceux de la seconde que les fils d'union s'aperçoivent plus

nettement. Parfois (et cela arrive surtout dans la cornée du lapin, du singe et du boeuf) c'est seulement au niveau de cet espace qu'on observe les filaments (*b*).

Dans la cornée de l'homme, des fils d'union, très courts et fins, se montrent aussi dans les intervalles qui séparent les deux ou trois rangées d'éléments aplatis superficiels; mais il faut pour cela que les coupes examinées ne dépassent 0,006 mm d'épaisseur (*d*). C'est à remarquer qu'on distingue mieux les filaments d'union dans les interstices parallèles à la surface de l'épithélium que dans les obliques et perpendiculaires. Cette circonstance explique pourquoi ne l'on parvient pas à découvrir les fils de communication dans les coupes parallèles de la cornée et des préparations similaires (examen de la cornée entière ou de la couche épithéliale seule arrachée par raclement).

Malgré tous nos efforts, nous n'avons pas réussi à suivre ces filaments au delà du contour cellulaire, et nous croyons que l'extrême finesse de ceux-ci empêchera pendant longtemps la découverte de leurs véritables connexions intraprotoplasmatiques.

Après tout ce que nous venons d'exposer brièvement on peut arriver aux suivantes conclusions:

1) Toutes les formations épithéliales ectodermiques possèdent des cellules anastomosées par des filaments déliés.
2) Ces filaments se continuent individuellement avec les fils de la charpente protoplasmatique, laquelle ils forment peut-être d'un mode exclusif.
3) A leur sortie du protoplasme, les fils offrent vraisemblablement une gaîne émise par l'enveloppe cellulaire.
4) Cette structure rattache les épithéliums pavimenteux stratifiés au tissu nerveux, d'origine également ectodermique, et de composition chimique pareille (existence de la neurokératine de Ewald et Kühne), approximation déjà faite avec justice par Ranvier.

Explication de la pl. XII.

Fig. 1. Cellules polyédriques anastomosées de l'épithéliome du lèvre. — Coupe macerée dans l'acide chlorhydrique dilué et observée dans l'eau. — Obj. $^1/_{18}$. Oc. 4, Zeiss.

a fils d'union qui pénètrent dans le protoplasme.

b fils d'union coupés en travers lesquels se présentent à la surface d'un élément sous la forme de granules.

c longs filaments arrivés d'une cellule distante.

d noyau muni d'une enveloppe chromatique et renfermant des morceaux de cette matière.

g couche ou vacuole transparente qui entoure le noyau.

e fils d'union portant des renflements pendant son trajet extracellulaire.

f une cellule coupée tangentiellement.

On y voit aussi les sections transversales des fils d'union.

Fig. 2. Cellules transparentes de l'épithéliome placées au voisinage des globes épidermiques. — Même préparation et même grossissement.

a réticulum nettement fibrillaire.

b noyau.

c fils d'union à peine visibles en un côté du protoplasme, mais très-apparents en *d* où se montrent continués avec ceux du réticulum de la cellule proxime. C'est à noter la prédomination des fibrilles longitudinales du réticulum sur les transversales et obliques.

Fig. 3. Cellules superficielles du bulbe d'un poil un peu en dessus de la papille. — Coupe longitudinale de la racine. — Hématoxyline — acide acétique — glycérine. — Obj. J à l'immersion, Oc. 5, Zeiss.

On voit les fibrilles (*b*) très claires du réticulum se prolonger et passer d'unes à d'autres éléments, sur tout en la direction longitudinale du poil. En *c* se montrent les granules mélaniques.

Fig. 4. Coupe verticale de la couche granuleuse de la peau d'un doigt de l'homme. — Durcissement par l'alcool et la gomme. — Coloration par le carmin. — Observation dans la glycérine. Obj. $^1/_{18}$. Oc. 4, Zeiss.

On voit dessinées quatre cellules et un morceau de la couche cornée.

a réticulum fibrillaire périphérique.

d reticulum grossier et très-réfringent, entourant le noyau.

b noyau petit et condensé.

c vacuole perinucléaire.

e fils très-serrés qui relient les protoplasmes.

cellule examinée avec l'appareil d'éclairage Abbe sans diaphragme pour en faire disparaître le réticulum et mettre en évidence les granules d'éléidine.

g fibrilles très-serrées et à peine visibles qui relient ces éléments à la couche cornée.

h vacuoles de la couche cornée réprésentant des traces de celles qui entourent les noyaux dans la couche granuleuse.

Fig. 5. Coupe verticale de la muqueuse linguale du singe (*cercopithecus*). — Alcool, gomme et alcool absolu. — Coloration dans l'hématoxyline et examen dans la glycérine. Obj. $^1/_{18}$. Oc. 3, Zeiss.

a couche basale de la rangée plus profonde, se présentant fasciculée, vitrée et brillante.

e noyau très-riche en nucléine; celle-ci est disposée en réseau fort serré.

b fils d'union.

c noyau avec moins de nucléine: ces cellules sont aussi plus pâles que les profondes et se colorent moins par le carmin.

Fig. 6. Coupe des cellules de la première rangée d'un épithéliome, faite parallèlement. à la surface du derme. — Coloration dans l'hématoxyline. Examen dans la glycérine. Obj. $^1/_{18}$. Oc. 5, Zeiss.

a enveloppe du protoplasme.

b fils d'union très-gros qui paraissent se continuer avec la membrane.

c prolongement plus délié d'un fil d'union insinué dans le protoplasme.

d espaces de cément très-larges et diaphanes.

e noyau.

Fig. 7. Coupe antéro-postérieure de l'épithélium antérieur de la cornée de l'homme. — Durcissement par la gomme et à l'alcool absolu. — Macération dans l'acide chlorhydrique dilué pendant quatre jours. — Coloration par l'hématoxyline. — Examen dans l'eau. — Obj. $^1/_{18}$. Oc. 4, Zeiss. — Appareil Abbe avec petit diaphragme.

a extrêmes basales ou plateaux des éléments de la première rangée.

b et *d* fils d'union.

c couches brillantes (plateaux?) et vitrées placées en ba. des noyaux des cellules de la seconde et troisième rangée.

e noyau rétracté et entouré d'une vacuole limitée extérieurement par la membrane nucléaire.

Fig. 8. Coupe de l'épithélium de la cornée du singe. — Mêmes conditions que celles de l'antérieure.

a plateau des cellules profondes.

b fils d'union.

c plateau en croissant des cellules moyennes.

Fig. 9. Coupe de la cornée du lapin. — Mêmes conditions de préparation et d'examen.

a plateau très-gros et fort homogène.

b fils d'union.

c plateaux des cellules moyennes.

d noyaux des éléments superficiels, rétractés et séparés de leurs enveloppes.

Nouvelles universitaires.

Der ausserordentliche Professor der descriptiven Anatomie Dr. C Rabl an der deutschen Universität in Prag ist zum ordentlichen Professor daselbst ernannt worden.

Druck von Leopold & Bär in Leipzig.

Ueber die Folgen von Quetschung peripherischer Nerven

von

Dr. J. H. Hanken.

Aus dem pathologisch-anatomischen Laboratorium des Prof. Dr. Pekelharing zu Utrecht (Holland).

(Hierzu Taf. XIII.)

Die Versuche, die Streitpunkte in der Frage von dem Schicksale verletzter peripherischer Nerven zu lösen, haben bis jetzt noch so wenig Erfolg gehabt, dass derjenige, der sich diese Frage angelegen sein lässt, jeden Lichtstrahl freudig begrüsst, der ihm diese Finsternis erhellen könnte. Darum schien es mir eine lohnende Arbeit zu sein, um an der Hand der Kenntnis des intimeren Lebens der Zelle, die Flemming's epochemachende Arbeiten uns verschafft haben, dies Gebiet der pathologischen Histologie zu durchwandern.

Der Standpunkt, der von der Mehrzahl der jetzigen Pathologen in dieser Frage eingenommen wird, ist derjenige Ranvier's [1]), dessen Lehre, von diesen Pathologen nach ihren persönlichen Erfahrungen zurecht gelegt, als Leitfaden in dem Labyrinthe der Nervende- und -regeneration empfohlen wurde [2]). Ranvier gab diese Lehre als das

[1]) Leçons sur l'Histologie du Système Nerveux. Paris. 1878.

[2]) In welchen Punkten Ranvier's Befunde mit denen der Forscher, die vor ihm dasselbe Thema behandelten, übereinstimmen, will ich einer klareren Uebersicht wegen hier nicht aus einander setzen. In meiner Inaugural-Dissertation — „Over eenige gevolgen van temporaire ligatuur van zeuwen". Utrecht 1885. — habe ich ausführlich die Geschichte unseres Wissens in der Nervende- und -regenerationsfrage wiedergegeben.

Ergebnis von Experimenten an kalt- und warmblütigen Tieren, bei denen der Hüftnerv durchschnitten wurde. Er beschrieb nacheinander: den centralwärts von der Wunde, den peripherisch davon gelegenen Teil, und zuletzt die Brücke, die beide nach längerer Zeit verbindet, indem sie die Continuität durch neugebildetes Gewebe wiederherstellt. Auch wurde öfters durch Resection die Continuität aufgehoben; von Nervennaht war, ausser in den zur Lösung der Frage von der reunio per primam intentionem unternommenen Versuchen, nie die Rede.

Was lehrte nun Ranvier?

Dass man in verletzten Nerven zwei Zustände beobachten kann, einen der Degeneration, der Krankheit, und einen Zustand der Regeneration, der Genesung. Den der Degeneration trifft man nur im peripherischen Teile, dagegen weist der Zustand des centralen Teiles schon gleich nach der Verletzung auf neues Leben hin, welches mit dem Unversehrtbleiben des Axencylinders anfängt, und zur restitutio in integrum des verwundeten Nerven führt. Dabei wächst dieser unversehrte Axencylinder aus, und bohrt sich, nachdem er die Trennungsstelle überbrückt hat, in die erhaltenen Schwann'schen Scheiden des peripherischen Stückes ein, wo er die Stelle eines neuen Axencylinders des regenerierten peripherischen Stückes vertritt.

So die Regeneration. Die Degeneration soll sich in der erhöhten Activität des Protoplasma zeigen, welches nach Ranvier die Markscheide und den interannulären Kern [1]) umhüllt. Durch dies wuchernde Protoplasma sollen Markscheide und Axencylinder des peripherischen Teiles nach 2 × 24 Stunden durchschnitten werden, zuerst an der Stelle, wo das Protoplasma schon in der normalen Faser sich um den interannulären Kern anhäuft, später auch da, wo es die Lanterman'schen Einschnürungen anfüllt. Nach 24 Stunden soll dieser Activität eine Schwellung des interannulären Kernes folgen, die der Vorbote ihrer Proliferation durch directe Teilung sein soll, welche letztere bis zum 10ten Tage nach der Durchschneidung anhielte. Die Lanterman'schen Segmente sollen der Degeneration anheimfallen, die sich hauptsächlich in einem Zerfall des Nervenmarkes zu immer kleineren Tropfen kundgebe. Bis zu der Zeit, wo der ausgewachsene Axencylinder des

[1]) Kern der Schwann'schen Scheide.

centralen Stückes in die alte Schwann'sche Scheide des peripherischen hineingelangt ist, soll dieser Untergang des peripherischen Teiles fortdauern. Vom Schicksal der neuen Kerne schweigt Ranvier.

In den Hauptpunkten wurde diese Lehre von den meisten Pathologen angenommen, und wenn man z. B. über die Ausbreitung der ersten Andeutung des Degenerationsprozesses in dem peripherischen Stücke verschiedener Meinung ist, sodass gegenüber der Behauptung Ranvier's, der diese Ausbreitung von den feinsten Endigungen nach dem Centrum hin geschehen lässt, viele Andere einer Ausbreitung in umgekehrter Richtung, und wieder Andere einem gleichzeitigen Auftreten im ganzen peripherischen Stücke das Wort reden — so stimmt man doch in dem Hauptpunkte mit Ranvier überein, dass nämlich nach 3 × 24 Stunden im ganzen peripherischen Stücke die Markscheide zu grossen Klumpen zerfallen ist.

Auch über den Untergang des Axencylinders war man ungleicher Meinung. Denn Cossy und Déjérine [1]) behaupteten, dass die Wucherung des Protoplasma, welches die interannulären Kerne einhüllt, wodurch nach Ranvier's Angabe nach 2 × 24 Stunden Markscheide und Axencylinder durchschnitten sein sollten, erst nachdem die Continuität des Axencylinders schon länger als 24 Stunden unterbrochen sei (erst nach 4 Tagen) sichtbar wäre. In dem Hauptpunkte aber, dass nach 72 Stunden bei Tauben die Continuität des Axencylinders aufgehoben sein soll, stimmen beide Parteien überein.

Nur Neumann [2]) und seine Schüler [3]) stellten eine ganz andere Lehre auf, die jedoch wenig Anhänger fand. Sie meinten, die Frage von dem Schicksal des Axencylinders sei nicht spruchreif, so lange nicht die mikroskopische Technik bessere Hilfsmittel zur Demonstration des Axencylinders angegeben habe. Weiter sollen die Veränderungen des peripherischen Teiles nach der Verwundung nicht eine Entartung andeuten, sondern eine Wiederkehr zum embryonalen Zustande, in welchem eine Sonderung in Axencylinder und Markscheide noch nicht besteht. Axencylinder und Markscheide sollen also zu einer Masse

---

[1]) Archives de Physiol. norm. et path. 1871—72.

[2]) Archiv der Heilkunde. 1868. — Archiv für mikroskopische Anatomie. Bd. XVIII.

[3]) Dobbert, Ueber Nervenquetschung. Inaug.-Diss. Königsberg i. Pr. 1873. — Eichhorst, Virchow's Archiv. 1873. Bd. LIX.

assimiliert werden, aus welcher beide auf's neue geboren werden. Dass aber diese Uebereinstimmung der Nervenfaser des Embryo mit der degenerierten des Erwachsenen, insofern man in beiden eine Masse antrifft, in der weder Markscheide noch Axencylinder wiederzuerkennen sind — namentlich wenn man die Möglichkeit der Erkennung des Axencylinders in Abrede stellt — nicht zur Identificierung der degenerierten mit der embryonalen Faser genüge, ist leicht einzusehen.

Auch über das Verhalten der interannulären Kerne weichen ihre Anschauungen von denen Ranvier's ab. Sie behaupten, dass nach Flemming's Arbeit im LXXVII. Bande des Virchow'schen Archivs die Vermehrung dieser Kerne durch directe Teilung nicht mehr angenommen werden könne, und wiewohl Flemming die Vermehrung durch directe Teilung nicht ausschliesst, wohl dagegen eine solche durch freie Zellbildung, nimmt Neumann doch letzteren Modus für diese Vermehrung an, aus dem negativen Grunde, weil nach der Proliferation an allen Stellen des interannulären Segmentes Kerne gefunden werden.

Wolberg [1]) beschreibt in einer der zuletzt erschienenen Arbeiten über das Loos des verwundeten Nerven karyokinetische Figuren, die er aber nicht als Proliferationszeichen der interannulären Kerne ansieht, denn er traf diese stets ruhend, sondern auf Kerne des Perineurium bezieht. Im Gegensatz zu Neumann erklärt er die Kernvermehrung in der degenerierenden Nervenfaser in der Weise: „dass sie nicht der Proliferation" (des interannulären Kernes) „zuzuschreiben ist, sondern dass dieselbe Quantität von Kernen auch in normalen Verhältnissen in den Primitivfasern zugegen ist, jedoch durch das Nervenmark verdeckt, der Beobachtung sich entzieht, und erst nach Resorption des Nervenmarkes augenscheinlich wird". Durch diese Behauptung schliesst er sich der Meinung Schiff's [2]) an, die er, irrtümlicher Weise, auch von Engelmann vertreten wähnt.

Es schien mir geboten, zunächst diese Kernvermehrung aufzuklären, da keine der über diesen Punkt aufgestellten Ansichten unanfechtbar schien, und doch die Lösung dieser Frage für die Bedeutung der interannulären Kerne von grösster Wichtigkeit war. Ich hoffe den Beweis liefern zu können, dass ich zur Aufklärung gekommen

[1]) Deutsche Zeitschrift für Chirurgie. Bd. XVIII u. XIX.

[2]) Comptes Rendus de l'Académie des Sciences. 1854.

bin, und werde zu gleicher Zeit einiges über die Folgen von Nervenquetschung mitteilen, was ich hier als nebensächlich notierte, was aber vielleicht bei einer weitläufigeren Betrachtung des De- und Regenerationsprozesses Hauptsache werden könnte. Vorläufig aber muss ich von solcher Betrachtung Abstand nehmen, da Untersuchungen, die ich in besonderer Hinsicht auf das Schicksal des Axencylinders anzustellen angefangen habe, noch zu wenig Resultate gegeben haben.

Zur Verwundung bediente ich mich der Ligatur, die auch von Neumann l. c., Benecke u. A. angewendet wurde. Dieser Quetschungsmodus, bei dem die Continuität des Nerven erhalten bleibt, bietet die Vorteile der Nervennaht ohne die Nachteile. Es wurde ein Seidendraht unter antiseptischen Maassregeln mit krummer Nadel um den Nerven geführt, und nach vollbrachter Schnürung sogleich fortgenommen. Der Nerv, der als Object diente, war der N. auricularis magnus junger Kaninchen, welcher durch eine kleine Incision an der äusseren Seite der grossen Ohrvene bequem freigelegt wird, ohne Blutung oder Zerreissung der Gewebe durch stumpfe Gewalt. Die Hautwunden heilten stets per primam intentionem. Durch seine Armut an Bindegewebe eignet sich dieser Nerv auch sehr zu Zerzupfungspräparaten. Dieser und vieler anderer günstigen Eigenschaften wegen kann ich diesen Nerven für das Studium der De- und Regenerationsprocesse sehr anempfehlen.

Wenn ein Nervenstück zur Untersuchung reseciert werden sollte, geschah dieses immer am lebenden Kaninchen. Die herausgenommenen Stücke wurden in der von Flemming [1]) angegebenen Weise behandelt. Da ich meine Untersuchungen schon 1883 anfing, und die meisten Präparate aus jener Zeit vorzügliche Resultate lieferten, habe ich von den Modificationen, die Flemming inzwischen in seinem Verfahren anbrachte, wenig (und für meinen Zweck mit schlechtem Erfolg) Gebrauch gemacht.

Die Nervenstücke wurden, in Bündel zerteilt, in Haematoxylin gefärbt, dann jedes Bündel für die Einschliessung in Canadabalsam präpariert, und erst in diesem Balsam in die feinsten Bündelchen zerlegt, von denen eines auf einem Objectglase in einem Tropfen Balsam

[1]) Zellsubstanz, Kern- und Zellteilung. Leipzig. 1882.

zerzupft und, mit einem Deckgläschen bedeckt, zum mikroskopischen Präparat gemacht wurde. So vermeidet man die Flüssigkeitsströmungen, die bei der Zerzupfung und consecutiven Präparierung für die Einschliessung in Canadabalsam auf dem Objectglase die glücklich isolierten Fasern immer wieder zusammen treiben.

Ohne Mühe konnte ich vom 5ten Tage nach der Quetschung an, in den meisten Präparaten des peripherisch von der Quetschungsstelle gelegenen Teiles Mitosen auffinden. Schwerer war es schon, über ihre Lage und ihre Bedeutung ins klare zu kommen. Unzweifelhaft konnte ich die Mehrzahl dieser Mitosen von den interannulären Kernen herleiten, während eine kleinere Zahl als Proliferationszeichen von Bindegewebszellen gedeutet werden muss.

Auch die Kerne der Remak'schen Fasern traf ich in karyokinetischer Teilung begriffen: ihre zierlichen Mitosen vermochte ich in fast allen Präparaten vom 8ten bis zum 20sten Tage nachzuweisen. Bedeutungsvoll schien mir hierbei, dass die Verdickung, welche die Faser an der Stelle des wuchernden Kernes aufwies, sich sehr langsam in die normalen Contouren der Faser verlor. Es kommt mir nämlich so vor, dass diese Beobachtung für das Bestehen einer eigenen Scheide für diese Fasergattung spricht.

Beim Durchsehen der verschiedenen Präparate fiel mir sogleich auf, dass, je weiter ich mich von der Quetschungsstelle entfernte, ich desto weniger interannuläre Kerne in indirecter Teilung antraf, mit welcher Verminderung ein Abnehmen der Kernvermehrung in den Segmenten zusammentraf. In Nerven, die während 6 $\times$ 24 Stunden den Folgen der Quetschung überlassen worden waren, zeigten nur die unmittelbar peripherisch von der Quetschungsstelle gelegenen Segmente Proliferationsmerkmale, während die weiter nach der Peripherie gelegenen Segmente mit ruhendem interannulärem Kerne versehen waren (Taf. XIII. Fig. 1). Je grösser aber der Zeitraum, welcher zwischen Quetschung und Resection behufs der Präparation verlaufen war, desto weiter nach der Peripherie dehnte sich die Zone der indirecten Wucherung der interannulären Kerne aus. Während dieser Fortpflanzung der Proliferationsneigung nach der Peripherie, führte die Kernvermehrung in den schon dem Vermehrungstriebe verfallenen Segmenten zu einer Kernzahl, deren Grenzen schwer anzugeben sind. Ebenso unbe-

stimmbar ist die Strecke, die der Proliferationsantrieb täglich nach der Peripherie zurücklegte, weil dabei sehr viele unbekannte Einflüsse nicht nur für jedes Individuum, sondern sogar für jede Faser desselben Nerven im Spiele sind. Das aber kann man als festgestellt betrachten:

> dass in jeder Nervenfaser des peripherischen Teiles der weiter nach der Peripherie gelegene interannuläre Kern sich immer weniger vom Proliferationsreiz ergriffen zeigt, als der mehr centralwärts gelegene.

Eigentümlich hierbei ist, dass dieses Fortschreiten des Proliferationsreizes nach der Peripherie ein so langsames ist, dass z. B. nach 12 Tagen die interannulären Kerne, die $1\frac{1}{2}$ cm peripherisch von der Quetschungsstelle lagen, sämtlich ruhend waren. Da ich nach den Ergebnissen meiner Experimente mich zu der Meinung von Benecke[1]) u. A. bekennen musste, die den Degenerationsprocess nach 3×24 Stunden gleichzeitig in dem ganzen peripherischen Teile auftreten sahen, konnte ich also keinen unmittelbaren Zusammenhang zwischen dieser Degeneration und der Kernwucherung annehmen. Die Veränderung des peripherischen Teiles, welche die Degeneration anzeigte, bestand in einem Zerfall der Markscheide in kurze Hohlcylinder, die sich schnell abrunden und von einander getrennt sind durch einen Raum, der in Haematoxylin- oder Safraninpräparaten farblos ist, gegenüber einer blauen respective roten Färbung des Protoplasma, welches den interannulären Kern umgiebt. Dass Ranvier dennoch den Inhalt dieses farblosen Raumes mit dem Protoplasma um den interannulären Kern identificieren wollte, mag in dem ausschliesslichen Gebrauche des Picrokarmin eine Erklärung finden, indem er überall, wo sich die gelbe Farbe der Picrinsäure zeigte, Protoplasma annehmen zu dürfen meinte.

Colasanti[2]) gebührt das Verdienst, diese Veränderung der Markscheide auf einen besonderen Process zurückgeführt zu haben. In seinen Anschauungen über die selbständige Rolle, welche die Lanterman'schen Segmente dabei spielen, kann ich ihm aber nicht beipflichten. Er betrachtete die Markcylinder als Lanterman'sche Segmente, und

---

[1]) Virchow's Archiv. 1872.

[2]) Archiv für Anatomie u. Physiologie. 1878.

sieht in ihrer Abrundung eine Lebensäusserung dieser Gebilde, und den Typus des Degenerationsprocesses. Weitere Markveränderungen sollen auf postmortalem Zerfall dieser selbständigen Gebilde beruhen. Dieser Anschauung widerspricht aber die Beobachtung, dass solch ein abgerundeter Cylinder oft von einer scharfen Lanterman'schen Einschnürung geteilt ist, eine Beobachtung, welche die Annahme einer Contraction als Aeusserung eines Individuum unmöglich macht.

Ranvier motiviert seine Meinung, dass die Zerklüftung des Markes, welche die Degeneration einleitet, sich an den Grenzen der Lanterman'schen Segmente hält, durch die Behauptung, dass bei zwei Tierarten dasselbe Verhältnis zwischen den Längen der Lanterman'schen Segmente von beider gesunden Fasern besteht, wie zwischen den Grössen der Markklumpen ihrer degenerierten Fasern. Von einer constanten Grösse der Lanterman'schen Segmente für eine Tierart konnte ich aber nichts entdecken.

Dieser Process des Zerfalles der Markscheiden in Klumpen von verschiedener Grösse, den ich kurz als „klumpige Degeneration" bezeichnen will, befällt also nach 3×24 Stunden gleichzeitig das ganze peripherische Stück des verwundeten Nerven, und trifft ungefähr mit dem Zeitpunkte zusammen, an dem die Leistungsfähigkeit dieses Stückes verschwunden ist. Wiewohl also diese klumpige Degeneration in keinem unmittelbaren Zusammenhange mit der Wucherung des interannulären Kernes steht, giebt es eine andere Form der Degeneration, die von dieser Wucherung fast ganz abhängt. Es ist das diejenige Form, die der klumpigen folgt. Durch sie werden die Markklumpen zu einer Emulsion von Kügelchen, welche allmählich alle die charakteristischen Farbenreactionen der Ueberosmiumsäure verlieren, und alle Nüancierungen zwischen gelb und grün darbieten, während viele unter diesen wie farblose Bläschen aussehen, und dem Ganzen eine solche Aehnlichkeit mit Schaum verleihen, dass ich diese Form der Degeneration als „schaumige" von der „klumpigen" geschieden habe. Welchen Einfluss die interannulären Kerne und ihr Protoplasma auf das Zustandekommen dieser schaumigen Degeneration haben, will ich hier zeigen. Zu diesem Zwecke bediene ich mich einer Faser aus dem peripherischen Stücke eines vor 5 Tagen verwundeten N. auricularis magnus. Wenn ich in dieser Faser das Segment aufsuche, welches unmittelbar

peripherisch von der Quetschungsstelle liegt, so sehe ich dessen interannulären Kern in indirecter Teilung, und das Nervenmark klumpig degeneriert. Zugleich aber fällt eine Veränderung des Markes in der unmittelbaren Umgebung des interannulären Kernes auf. Diese Veränderung trägt den Typus der genannten schaumigen Degeneration. Wo aber der interannuläre Kern seine proliferative Thätigkeit noch weiter hat entfalten können, z. B. in den gleichen Segmenten am 12ten Tage nach der Quetschung, wo die Zahl der Nachkommen 6 bis 8 Kerne beträgt, ist fast die ganze Markscheide schaumig degeneriert.

Im normalen Segment liegt, wie bekannt, der interannuläre Kern ungefähr in der Mitte zwischen zwei Ranvier'schen Schnürringen, in einer Ausbuchtung der Markscheide. Bei der klumpigen Degeneration nun sieht man meistenteils, dass der Kern mit seinem Protoplasma die ganze Breite der Faser anfüllt. Diese Beobachtung führte Ranvier zu dem Schlusse, dass das Protoplasma, welches diesen Kern umhüllt, durch Expansion sowohl die Markscheide als den Axencylinder sollte durchschnitten haben. Ich aber, der ich der Meinung bin, dass die secundäre Schädigung des peripherischen Nervenstückes durch die Verwundung, in ihrer Wirkung auf die Markscheide mit dem Schaden, den die Fixierungsflüssigkeiten anrichten, darin übereinstimmt, dass beide unter Mitwirkung moleculärer, nicht anatomischer Verhältnisse die Veränderung der Markscheide zu stande bringen, die in der Bildung der Markklumpen und respective Lanterman'schen Segmente ihren Ausdruck findet, ich kann der Annahme Ranvier's nicht beistimmen. Ebenso wie man oft Lanterman'sche Einschnürungen im Niveau des interannulären Kernes bei normalen Fasern antrifft, kann in demselben Niveau die Grenze von zwei Markklumpen gelegen sein, die nun durch ihre Zusammenziehung dem interannulären Kerne und seinem Protoplasma die Gelegenheit bieten, die ganze Breite der Faser einzunehmen [1]).

Auch durch directe Wahrnehmung kann man das Irrige von Ranvier's Annahme zeigen. Da nämlich der Markcylinder aus vielen in einander geschobenen Cylindern von Mark verschiedener Qualität zu bestehen scheint, passiert es dann und wann, dass ein ganz dünner

[1]) Das Verhalten des Axencylinders hierbei hoffe ich in einer besonderen Abhandlung über den Axencylinder im gequetschten Nerven zu beschreiben.

Markcylinder, dem Axencylinder unmittelbar anliegend, nicht an der Zerklüftung Teil nimmt. Diesen Cylinder sieht man dann intact durch das wuchernde Protoplasma laufend, das mit dem wuchernden interannulären Kerne die ganze Breite der Faser einnimmt.

Meistentheils ist die Axe der Kernteilungsfiguren der interannulären Kerne und ihrer Brut der Axe des Segmentes parallel gestellt. Mit der Teilung des interannulären Kernes geht eine solche des einhüllenden Protoplasma einher, die sich in einem deutlichen Querstreifen zwischen den Tochterkernen kundgiebt. Nach abgelaufener Teilung entfernen die Tochterkerne sich von einander mit gleicher Geschwindigkeit. In dem Raume, der sie trennt, findet man wenig schaumig degeneriertes Mark. Dieser Raum bleibt ungeachtet der weiteren Proliferation, wobei sich die Tochterkerne auch stets von einander trennen, längere Zeit bestehen. In der Mitte dieses Raumes ist die Faser stark verschmälert.

Im peripherischen Stücke eines vor 10 Tagen gequetschten Nerven findet man in den Segmenten, die innerhalb eines Centimeter von der Quetschungsstelle gelegen sind, nur in der Gegend der Ranvier'schen Schnürringe grössere Markballen, die einzig übriggebliebenen Andeutungen der klumpigen Degeneration. Oft hält es aber schwer, hier die Ranvier'schen Schnürringe aufzufinden. Ein Hülfsmittel bietet dabei ein Bindegewebskern dar, der wahrscheinlich zu der Fibrillenscheide gehört, die von Key und Retzius als die Schwann'sche Scheide unmittelbar umgebend beschrieben ist. Rein mechanischen Verhältnissen schreibe ich es zu, dass dieser in der Ausbuchtung der Einschnürung verborgene Kern bei der Zerzupfung des Nerven so oft der einzige Kern unter den Kernen dieser Fibrillenscheide ist, der nicht von der Faser abgestreift wurde.

Jetzt bleibt uns noch die schwere Aufgabe, das Schicksal des Axencylinders zu beschreiben. Zwei Gründe bestimmen diese Schwierigkeit. Der erste liegt in dem Nebel, von welchem die normale Histologie dieses Gebildes noch stets umgeben wird, sodass, trotz unserer verbesserten mikroskopischen Hülfsmittel, Fragen über Präexistenz, Aggregatszustand, Verhalten gegenüber den Ranvier'schen Schnürringen und Zweifel an der fibrillären Structur nach wie vor bestehen. Der zweite Grund liegt in der Unzulänglichkeit der mi-

kroskopischen Technik, welche die Demonstration des Axencylinders, namentlich in der kranken Faser, so erschwert. Ich habe mich darum entschlossen, nur eine objective Aufzählung der Ergebnisse meiner Präparate in betreff dieses Gebildes zu geben.

In den klumpig degenerierten Fasern konnte ich in einzelnen Präparaten feine Grenzlinien in dem Raume entdecken, der die Markklumpen trennt. Diese Linien grenzten in jedem solchen Raume zwei Dreiecke ab, die sich ihre stumpfen Gipfel zukehrten, und deren Basen von den stumpfen Enden des Markklumpen gebildet wurden (Taf. XIII. Fig. 2). Es machte den Eindruck, als wären lange spindelförmige Markballen wie zu einem Rosenkranze verbunden gewesen, hätten sich aber jeder für sich in diesen spindelförmigen Räumen zurückgezogen. Die genannten feinen Linien sind die Grenzlinien der Masse, welche die Markspindel umgab, und die durch die Flemming'sche Flüssigkeit schneller wie die Markklumpen fixiert wurde.

Ich habe nichts dagegen, diese Markballen vor ihrer Contraction Lanterman'sche Segmente zu nennen, wenn man nur nicht diesen Segmenten die Bedeutung von selbständigen Nervenelementen giebt, da ich überzeugt bin, dass die Einschnürungen von Lanterman zufällige Risse der Markscheide sind. Meiner Meinung nach verdanken sie ihre eigentümliche Form der leicht zu constatierenden Eigenschaft der Markscheide, sich in verschiedenen Schichten mit ungleichmässiger Geschwindigkeit unter dem Einflusse von ihr fremden Flüssigkeiten zusammenzuziehen. Ich glaube, dass die verschiedenen Formen, welche die Einschnürungen annehmen können, und die Ranvier zu der Annahme von vollkommenen und unvollkommenen Einschnürungen brachten, der Ausdruck der verschiedenen Stadien sind, welche die Lanterman'sche Einschnürung bei ihrer Entstehung durchmacht. Aus diesen Stadien, die ceteris paribus abhängig sind von der Dauer der Einwirkung der fremden Flüssigkeit, habe ich mir das Bild der werdenden Einschnürung folgendermaassen deduciert. — Dauernde Einwirkung der Flüssigkeit auf die äusserste Schicht der Markscheide (von dieser längeren Einwirkung hängt in nicht zu stark gefärbten Fasern die dunklere Färbung der äusseren Markschicht ab). Zuletzt Ruptur dieser Schicht durch Einschrumpfung und Einwirkung der Flüssigkeit auf eine tiefere Schicht, welche sich aber sehr rasch und stark zurück-

zieht, sodass die äussere schon fixierte Schicht über eine grössere Strecke unterminiert wird. In den Raum, der dadurch entsteht, strömt die Flüssigkeit mit grosser Geschwindigkeit ein, indem sie dabei denjenigen Teil der äusseren Schicht vor sich hertreibt, der am weitesten unterminiert ist. Eine innere Schicht, welche den Axencylinder bedeckt und, wie wir oben sahen, sehr resistent ist, wird erst sehr spät rupturiert.

Wo sich die Markklumpen noch mehr abgerundet haben, und also der Raum, der sie trennt, grösser geworden ist, konnte ich oft die schwache Andeutung eines Bandes wahrnehmen, das durch seine Farblosigkeit dem schwach gefärbten weiteren Inhalt der Faser gegenüber auffiel, aber durch die Bläschen des schaumig degenerierten Markes fast unsichtbar gemacht wurde.

Je mehr die Markklumpen sich abrunden, desto deutlicher sieht man, dass die Schwann'sche Scheide sie wie ein schlaffer Sack umhüllt. Die Räume zwischen den Klumpen und dem Sack färben sich mit Haematoxylin blassblau. Später (10 Tage nach der Quetschung) sieht man, dass die Tochterkerne in diese Räume einwandern, und erst da ihre deletäre emulgierende Wirkung auf das Mark entfalten. Fast überall, wo nicht die Qualität und Quantität des Markes dies verhindern, sieht man in der Faser die Andeutung eines blassen Bandes, welches entweder den Axencylinder oder dessen Scheide vorstellt. Dieses Band vereinigt die stumpfen Enden der Markklumpen und durchzieht den Raum, der die Stelle der zwei ersten Tochterkerne des interannulären Kernes trennt. Weitere Schlüsse gestattet ihre schwierige Wahrnehmbarkeit nicht.

Wie verhält sich aber der Teil der Fasern, welcher centralwärts von der Quetschungsstelle liegt, und wie verhält sich diese Stelle selber?

Dobbert, der auch mit der Ligatur quetschte, beschreibt sehr genau das Aussehen der verwundeten Stelle und ihrer Umgebung unmittelbar nach der Quetschung. Aber ebensowenig wie Tizzoni [1]) berichtet er uns etwas über freies Mark zwischen den gequetschten

[1]) Centralblatt für die medicinischen Wissenschaften. 1875. Bd. 13. Vergl. die ausführliche Arbeit im Archivio per le scienze mediche. Vol. III.

Fasern. Dennoch konnte ich öfters freies Mark wahrnehmen. Tizzoni leugnet sogar die Möglichkeit des Freiwerdens, aber nur a priori. Andere Forscher, welche namentlich in den späteren Stadien der Degeneration freies Mark zwischen den Fasern beschrieben, wie Ranvier u. A., liessen es von untergegangenen Nervenfasern abstammen. Solchen Untergang aber konnte ich niemals constatieren. Ich meine dagegen, dass durch die Quetschung die Schwann'schen Scheiden eingerissen werden, und dass durch diese Risse das Mark zwischen die Fasern getrieben worden ist. Für die Anwesenheit solcher Risse spricht eine Wahrnehmung. Wenn wir nämlich eine vor 4 $\times$ 24 Stunden gequetschte Faser betrachten, so finden wir diese, so weit wir ihrem centralen und peripherischen Teile folgen können, ohne Kernvermehrung; den Teil aber, der direct von der Quetschung betroffen war, mit Kernen gefüllt. Diese Kerne kann man alle auf zwei Typen zurückführen, eine kleinere unregelmässig vieleckige, immer von schaumig degeneriertem Mark umgebene (Taf. XIII. Fig. 3 *b*), eine andere, grössere, die den Kernen der sogenannten epitheloïden Zellen im wuchernden endoneurialen Bindegewebe sehr ähnlich sieht (Fig. 3 *a*). Letztere sind fast immer von einem blaugefärbten Hofe umgeben. Die kleineren stimmen in ihrem Aeusseren ganz mit den Kernen der Wanderzellen, die zwischen den Fasern liegen, überein. Nur die grösseren sah ich in karyokinetischer Teilung.

Eigentümlich ist der Unterschied zwischen dem Anblick des schaumig degenerierten Markes, welches die kleinen Kerne umgiebt, und den Haufen freien Markes zwischen den Fasern, wenn wenigstens in diesen Haufen keine Zellen angetroffen werden. Noch eigentümlicher aber ist die Aehnlichkeit des in der Umgebung der kleinen Kerne schaumig degenerierten Markes mit den Klumpen freien Markes ausserhalb der Fasern, in welchen man ähnliche Kerne findet. Diese Aehnlichkeit führte Tizzoni, nachdem er a priori Einrisse in den Schwann'schen Scheiden in Abrede gestellt hatte, per exclusionem zur Hypothese, dass Wanderzellen per diapedesin in die Fasern eindringen sollten, das Mark auffressen und danach entweder auf der Stelle, oder später, nachdem sie wieder aus den Fasern ausgewandert waren, untergehen. Also sollten nach diesem Forscher die Haufen freien Markes ausserhalb der Nervenfasern die Reste einer in der Digestion aus der Faser

ausgewanderten und gestorbenen Wanderzelle darstellen. Ausser dem negativen Argumente, dass dieses im „Kampfe der Teile" so sehr unzweckmässige Betragen jener Zellen, welche vollgepfropft einen schwierigen Gang nach einem Ort unternehmen sollten, wo viele hungrige Collegen ihres Todes harren, *ganz unmotiviert ist,* wirft ein positives Argument Tizzoni's Hypothese um. Eben nämlich wies ich hin auf den Unterschied in dem Aussehen der Markklumpen, in denen kein Kern aufzufinden war, und derjenigen, die solchen Kern enthielten und ihr Mark schaumig degeneriert zeigten. Nach Tizzoni's Hypothese könnte es erstere Haufen nicht geben. Aber auch die Anwesenheit freien Markes zwischen den Fasern unmittelbar nach der Quetschung veranlasst mich die Hypothese aufzustellen:

> dass durch die Quetschung in den Schwann'schen Scheiden Risse entstehen, durch welche Mark hinaus- und Wanderzellen hineintreten können.

Jetzt bleibt zur Beantwortung noch die Frage übrig, ob die zweierlei Kerne nicht von den interannulären Kernen der gequetschten Segmente abstammen könnten. Die Antwort auf diese Frage ist verneinend, da durch die Quetschung die interannulären Kerne unmittelbar vernichtet werden.

Angenommen aber, dass die Zellen, zu denen die zweierlei Kerne gehören, durch Risse der Schwann'schen Scheiden eingedrungene Wanderzellen sind, wie kann dann der Formunterschied der beiden Arten erklärt werden?

Aus der Aehnlichkeit in ihrer Form, sowie in ihrem Verhalten gegenüber dem Mark identificiere ich die kleinere Sorte mit den weissen Blutkörperchen, die ausserhalb der Fasern im Quetschungsgebiet mehr oder weniger mit Mark beladen angetroffen werden. Die grösseren aber leite ich von den Zellen des endoneurialen Bindegewebes ab, deren Proliferationsproducte schlagende Aehnlichkeit mit den Zellen der grösseren Sorte aufweisen. Unter den Wanderzellen ausserhalb der Fasern trifft man so viele an, die äusserlich mit den genannten Bindegewebszellen so absolut identisch sind, dass die Vermutung, dass beide desselben Ursprunges sind, sich nicht durch das Bedenken abweisen lässt, dass wir die Wanderung der Abkömmlinge der Bindegewebszellen nie direct wahrgenommen haben, wohl aber dagegen die

Wanderung der weissen Blutkörperchen. Da man die zweierlei so sehr verschiedenen Zellen ohne Uebergangsformen antrifft, geht es nicht an, sie ohne weiteres aus einander abzuleiten, nur aus dem negativen Grunde, weil man die Wanderung der Abkömmlinge von Bindegewebszellen nie direct hat wahrnehmen können.

Immer bleibt, da die grösseren Kerne auch den angeschwollenen interannulären Kernen sehr ähnlich sehen, die Möglichkeit übrig, dass einige von interannulären Kernen der Quetschungsstelle herstammen, die zufällig den Eingriff des Trauma überstanden haben.

Bevor ich in der Beschreibung des Schicksales der Quetschungsstelle weiter gehe, will ich melden, wie die Fasern central von dieser Stelle sich der Verwundung gegenüber verhalten.

Für diesen Teil des Nerven konnte ich die Beobachtung Engelmann's [1]) bestätigen, dass nur das direct gequetschte Segment degeneriert. Es entsteht also, da die Ranvier'schen Schnürringe, welche die gequetschten Segmente central abgrenzen, auf verschiedenem Niveau in den Nervenbündeln liegen, eine sehr unregelmässige Demarcationslinie. Niemals aber sah ich, wenn das intacte centrale Segment zufällig in der Demarcationslinie weit hervorsprang, und also ein Teil desselben zwischen den an ihren peripherischen Enden gequetschten Segmenten lag, fast niemals sah ich in solchem Segmente, und wenn es von noch so vielen Wanderzellen bedeckt war, eine einzige Zelle in das Segment selbst eingedrungen. Das Segment blieb intact, nur war der interannuläre Kern in einigen solchen Segmenten angeschwollen. Nur ein paarmal fand ich in den peripherischen Enden eines centralen ungequetschten Segmentes wenige Kerne; jedoch könnten diese nach Ranvier's Mitteilung über das „Forcieren“ der Schnürringe, aus dem gequetschten Segmente auf dem Wege eines forcierten Schnürringes eingewandert sein. Sogar in diesen bisher seltenen Fällen war der interannuläre Kern des Segmentes intact, obschon in der Umgebung der eingedrungenen Kerne das Mark schaumig degeneriert war.

Was macht nun der Axencylinder in dem centralen und in dem gequetschten Teile der Nervenfaser?

Bis auf den 6ten Tag sind die gequetschten Segmente so sehr mit

---

[1]) Pflüger's Archiv. Bd. XIII.

schaumig degenerierendem Marke angefüllt, dass die sorgfältigste Beobachtung nicht die Spur eines Axencylinders entdecken konnte. Vom 8ten Tage an war von dem Schnürringe, der das centrale intacte Segment peripherisch abgrenzte, bis weit in die Quetschungsstelle hinein ein blasses Band zu sehen. Es war weit sichtbarer, als das Band, welches ich in dem peripherischen degenerierten Faserteile wahrzunehmen glaubte. Darüber, ob diese beiden Bänder in einander übergehen, kann ich leider nichts mitteilen. Das Band (Taf. XIII. Fig. 3 *c*) war deutlich längsgestreift. Nachher bedeckt es sich mit einer dünnen Markschicht.

Soll nun dieses Band aus dem centralen Axencylinder ausgewachsen sein, oder, wenn wir dem Axencylinder einen halbflüssigen Aggregatszustand beilegen, soll es der durch die Quetschung wenig laedierte Axencylinder sein, der erst nach Resorption des schaumig degenerierten Markes wieder sichtbar geworden ist?

Ich wage es nicht, einen vollständigen pathologisch-anatomischen Restitutionsplan zu liefern. Nur will ich noch vereinzelte Beobachtungen, die mir die gequetschten Nerven bis zu der Zeit ihrer Restitutio in integrum darboten, hier kurz mitteilen.

Nach einem gewissen Zeitpunkte, der zwischen dem 10ten und dem 30sten Tage liegt, hört die Kernvermehrung auf. Wie weit sich dann dieser Proliferationsantrieb nach der Peripherie hin ausgebreitet hat, und wie gross die Brut eines interannulären Kernes sein kann, darüber giebt es wenig zu berichten, weil gewaltige Unterschiede unter gänzlich unbekannten Einflüssen dabei vorkommen. Dass der Process der schaumigen Degeneration, der sich unter dem Einflusse der Wucherung der interannulären Kerne schnell vollzieht, auch auf weit längerem Wege als letztes Stadium des Markzerfalles ohne Zelleneinfluss ablaufen kann, duldet keinen Zweifel. So kann auch in den Segmenten, in welchen der interannuläre Kern ruhend bleibt, die schaumige Degeneration auftreten. Bei der Art, in der ich den Nerven verwundete, kommt die restitutio in integrum immer durch Restauration, nicht durch eigentliche Regeneration zu stande. Von der Schwann'schen Scheide kann ich bestimmt sagen, dass sie erhalten bleibt und zur Schwann'schen Scheide des restaurierten Segmentes wird. Ob der Axencylinder oder dessen Scheide erhalten bleiben, darüber lässt sich

nichts mit Bestimmtheit sagen. Nur dass wahrscheinlich dieselben blassen Bänder, die wir bei den gequetschten und bei den peripherischen Teilen beschrieben haben, sich langsam mit einer immer anwachsenden Markschicht bedecken, und, in den alten Schwann'schen Scheiden verlaufend, von einer Masse umgeben sind, die sich mit Haematoxylin schwach blau färbt, und viele Kerne und spärliche Haufen schaumig degenerierten Markes enthält. Einzelne Male nimmt man an diesem Bande die Andeutung eines Ranvier'schen Schnürringes wahr; zu vereinzelt aber und zu undeutlich sind diese Andeutungen, als dass sie einen Schluss über die Segmentgrösse zuliessen. Mit der Zeit ändert sich dieses Bild insoweit, dass die blassblaue Masse verschwindet, die Kerne sich schlechter färben, die schaumigen Markhaufen spärlich werden, während der Markmantel, der den Axencylinder der restaurierten Faser bedeckt, dicker wird.

Dass sich aus diesen Daten kein vollständiger Restitutionsplan zusammenstellen lässt, ist klar. Aber ein weit triftigerer Grund hielt mich sogar von jedem Versuch ab, einen vorläufigen Entwurf zu machen, der nur als „bête de guerre“ den jetzt geltenden schlecht motivierten Anschauungen gegenüberstehen könnte.

Diesen Grund gab uns eine Beobachtung, die man an jedem Präparate eines sich restituierenden Nerven machen kann, welche aber bis jetzt nur von den Gelehrten des „Collège de France“, wie Ranvier, Rénaut, Gombault, Vignal u. A. mitgeteilt wurde. Es ist die Beobachtung der sogenannten intercalären Segmente. Namen und Entdeckung stammen von Rénaut [1]), der solche Segmente bei Solipeden, jungen und alten, öfters fand. Weil er sie niemals unterhalb eines bestimmten, ziemlich hohen Stadium der Entwickelung antraf, meinte er, dass es embryonale Gebilde seien.

Ich will hier ein intercaläres Segment beschreiben, welches in einem fast ganz restituierten, 65 Tage zuvor gequetschten N. auricularis magnus eines erwachsenen Kaninchens von mir gefunden wurde (Taf. XIII. Fig. 4). Eingeschaltet in einer Reihe von Segmenten von normaler Länge liegt ein Segment (*a*), dessen Länge den zehnten Teil der Länge seiner unmittelbaren Nachbaren beträgt, von denen es durch

[1]) Archives de physiologie normale et pathologique. 1881.

normale Ranvier'sche Schnürringe geschieden ist. An diesem kleinen Segmente unterscheidet man: ein fast ganz nacktes Axencylinderchen, welches nur nach der Mitte seiner Länge von Mark umgeben wird, eine Schwann'sche Scheide, und zwischen diesen beiden Gebilden in der Mitte des Segmentes einen interannulären Kern von normaler Grösse mit spärlichem Protoplasma.

Ranvier [1]) beschrieb 1878 auch solch ein kurzes Segment im centralen Stumpfe seiner durchschnittenen Kaninchen-Ischiadici. Er nennt es: „un tube mince, qui s'intercale sur le trajet d'un tube plus gros". Leider unterlässt er hier jeden Erklärungsversuch.

Vignal [2]), der sich mit der Entwickelungsgeschichte der Nerven von Säugetieren beschäftigte, fand diese Segmente bei Foeten trächtiger Schlachttiere. Er lässt sie das Wachstum durch Interposition besorgen, welches für den peripherischen Nerven bestehen soll, weil das Längenverhältnis der embryonalen zu dem der ausgewachsenen interannulären Segmente ein viel kleineres ist, als wie das der respectiven Nerven*stämme*, und also das intussusceptionelle Wachstum der Segmente nicht für die Verlängerung der Stämme ausreicht. Das Entstehen solcher intercalären Segmente erklärt er sich so, dass eine Bindegewebszelle an einem Ranvier'schen Schnürringe in die Faser eindringt und sich da zu einem jungen Segmente entwickelt.

Auch Gombault [3]) hatte schon 1880 in seiner Arbeit über die „neurite segmentaire periaxile" intercaläre Segmente beschrieben. Er lieferte jedoch keinen Beitrag zur Geschichte dieser Segmente.

Eben diese Arbeit Gombault's ist für mich der beste Beweis, dass meine Arbeit keine fruchtlose war. Gombault beschrieb unter dem Namen „neurite segmentaire periaxile" einen disseminierten Entzündungsprocess der peripherischen Nerven, welcher, von localen Ursachen bedingt, nur in heftigen Fällen zum Untergang des betroffenen Teiles und secundären Degeneration des Nervenstückes peripherisch davon führen sollte, in milden Formen aber in Restauration der entzündeten Segmente ausliefe. Diese locale Neuritis, die er bei Meerschweinchen antraf, welche längere Zeit Bleiweiss mit ihrer Nahrung genommen

---

[1]) l. c. Tom. II. pag. 62.

[2]) Archives de physiologie normale et pathologique. 1883.

[3]) Archives de névrologie. 1880. Nr. 1 et 2.

hatten, macht er von localer Einwirkung dieses Giftes abhängig. Alle die Bilder aber, die er beschreibt, konnte ich in den Präparaten des peripherischen Teiles von vor 40 und mehr Tagen gequetschten Nervi auriculares magni wiederfinden. Dieses sprungweise Auftreten der Restauration, sodass man weit in der Peripherie und umgeben von ganz normalen Segmenten plötzlich auf Segmente stösst, die noch auf der Acme der Degeneration sind; dann Segmente, die zu drei Vierteln gänzlich restituiert sind, deren peripherisches Viertel aber deutlich die Spuren von Degeneration zeigte, kurz alle die Kennzeichen, welche Gombault als charakteristisch für seine Entzündung angab, kann man in jeder Faser finden, die nach Trennung von ihrem trophischen Centrum auf dem Wege der Wiederherstellung ist. Dass aber auch Krankheiten der trophischen Centren selbst zu denselben histologischen Veränderungen Veranlassung geben können, ist nicht a priori unmöglich zu nennen, sodass nach Gombault's Befunden die alte Anschauung, dass die chronische Bleiintoxication in den grauen Vordersäulen des Rückenmarkes localisiert ist, unversehrt dasteht.

Führte also meine Untersuchung nicht zu einem Ganzen, so weist sie doch darauf hin, dass die classische Vorstellung des Re- und Degenerationsprocesses in peripherischen Nerven, wie sie mit kleinen Abänderungen nach Ranvier's Angaben gilt, einer Revision dringend bedarf. Wenn es mir gelungen sein sollte, die Notwendigkeit dieser Revision gezeigt zu haben, halte ich meine Mühe für reichlich belohnt

---

Erklärung der Taf. XIII.

Fig. 1.

d Tochterkerne eines interannulären Kernes eines unmittelbar peripherisch von der Quetschungsstelle gelegenen Segmentes aus einem vor 6 × 24 Stunden durch Ligatur gequetschten N. auricularis magnus.

c Mitose des interannulären Kernes des mehr peripherisch gelegenen Segmentes derselben Faser.

b Sich zur indirecten Teilung anschickender interannulärer Kern des unmittelbar angrenzenden Segmentes.

a Ruhender Kern des folgenden Segmentes.

a′ a′ a′ Ranvier'sche Schnürringe.

Fig. 2. Aus dem peripherischen Teile eines vor 4 × 24 Stunden gequetschten N. auricularis magnus.

Fig. 3. Aus einem vor 8 × 24 Stunden gequetschten N. auricularis magnus.

c Centrales ungequetschtes Segment.

e Blasses Band des folgenden gequetschten Segmentes.

b Kleinere Kerne innerhalb der Schwann'schen Scheide des gequetschten Segmentes.

a Grössere ebensolche Kerne.

Fig. 4. Intercaläres Segment aus dem peripherischen Stücke eines vor 65 Tagen gequetschten N. auricularis magnus.

Die Nervenendigung im electrischen Organ.

Von

W. Krause.

(Hierzu Taf. XIV.)

Hr. Trinchese[1]) entdeckte im Jahre 1866, dass die motorischen Endplatten der quergestreiften Muskelfasern bei Torpedo eine relativ colossale Grösse erreichen. Man kann sie, wie ich[2]) später zeigte, fast für das freie Auge wahrnehmbar machen. Ich[3]) hatte daher schon im Jahre 1868 zweimal lebende Torpedo's von Triest nach Hannover kommen lassen; sie überstanden, in gewöhnliche nicht verschlossene Bierfässer mit Seewasser verpackt, die Reise ganz gut, ich überzeugte mich aber sehr bald, dass mit einigen wenigen Exemplaren nichts anzufangen sei. Nun veröffentlichte im Jahre 1873 Boll[4]) eine Notiz des Inhaltes, dass er die von ihm[5]) in den electrischen Endplatten von Torpedo beschriebene sog. electrische Punktierung auch in den motorischen Endplatten von Eidechsenmuskeln wahrgenommen habe. Vorausgesetzt, jene Punktierung sei wirklich eine Art von Nervenendigung, so lag hier offenbar ein fundamentales Structurverhältnis vor. Mit meinen damaligen Hülfsmitteln vermochte ich bei Lacerta agilis nichts von der sog. electrischen Punktierung aufzufinden und kam dabei zu der Ueberzeugung, dass es notwendig sein werde, zuerst die Punk-

---

[1]) Giornale veneto di Scienze mediche. Dicbr. — Memoria sulla terminazione dei nervi motori. Con una tav. Genova. — Journal de l'anatomie. 1867. Nr. 5. p. 485.

[2]) W. Krause, Die motorischen Endplatten der quergestreiften Muskelfasern. Hannover. 1869. S. 104 u. 192.

[3]) Zeitschrift f. Biologie. 1869. Bd. V. S. 423. Taf. II.

[4]) Archiv f. mikroskopische Anatomie. Bd. X. S. 253.

[5]) Daselbst, 1873. Bd. X. S. 101. Taf. VIII.

tierung im electrischen Organ selbst gesehen zu haben. Auf meinen Antrag hatte die Kgl. Akademie der Wissenschaften zu Berlin die Güte, mir ausser einer Reiseunterstützung einen freien Arbeitstisch in der zoologischen Station des Hrn. Professor Dohrn zu Neapel zu bewilligen. Die Kgl. Preussische Staatsregierung fügte dazu die Bewilligung eines Arbeitstisches für weitere Zeitdauer. Ich darf mir erlauben, an dieser Stelle sowohl der Kgl. Akademie wie dem Kgl. Ministerium des Cultus, speciell noch den Hrn. Geh. Rat Du Bois-Reymond, Waldeyer und Hrn. Geh. Regierungsrat Dr. Althoff meinen aufrichtigsten Dank auszudrücken für den Einblick, der mir in die Structuren der Meeresfauna verschafft worden ist.

Ich brachte die Zeit vom October 1885 bis März 1886 in Neapel zu und kann nur rühmend hervorheben: die treffliche Organisation der zoologischen Station, das liebenswürdige, bereitwilligste Entgegenkommen aller ihrer Leiter und Beamten, ihren Reichtum an wissenschaftlichen Hülfsmitteln jeder Art und die Ueberfülle des Materiales aus dem Golfe von Neapel.

Mit Instrumenten war ich ausreichend versehen. Ich besass eine jetzt der Kgl. Akademie gehörende Oel-Immersion 1/16 von Leitz, ferner eine Oel-Immersion 1/14 von Winkel in Göttingen, die Hr. Sanitätsrat Schütte in Göttingen mit freundschaftlicher Bereitwilligkeit hergeliehen hatte, sodann eine Wasser-Immersion Nr. 12, die zu dem der Kgl. Akademie von Hrn. Hartnack geschenkten, in der zoologischen Station zu Neapel aufgestellten, grossen Mikroskop gehörte, endlich eine Wasser-Immersion Nr. VIII von Seibert. Ausserdem standen mir zeitweise zur Verfügung: Oel-Immersion 1/12 Zeiss und Wasser-Immersion Zeiss Nr. *M*, die mir von Seiten der zoologischen Station geliehen wurden; letzteres Objectiv gab die schärfsten, nur etwas lichtschwachen Bilder.

Das electrische Organ von Torpedo ist zwar vergleichsweise nicht häufig untersucht worden, aber stets von Forschern ersten Ranges, wie R. Wagner (1847), Remak (1856), Hrn. Kölliker (1858), M. Schultze (1859), Boll (1873), endlich von Hrn. Ranvier und Ciaccio (1875). Ausser den genannten liegen bekanntlich noch manche Einzeluntersuchungen darüber vor, die jedoch die eigentliche Nervenendigung nicht speciell zu ihrem Gegenstande gemacht haben. Seit den letzten der oben erwähnten Beobachter hatte allerdings die Technik Fortschritte gemacht:

mit Oel-Immersion, auf reellen Durchschnitten mittels des Mikrotomes im Gegensatz zu Falten und mit Anilinfarben war das Organ noch nicht untersucht worden. Ich hatte unter der grossen Anzahl der letzteren das Säurefuchsin und das in Wasser lösliche Anilinblau als für meine Zwecke am geeignetsten ermittelt und kleine, schon als zuverlässig wirkend erprobte Mengen mit nach Neapel gebracht, weil man bei Anilinfarbstoffen nicht immer sicher sein kann, genau dasselbe Präparat auf erneute Bestellung zu erhalten. Aus Furcht vor der damals in Sicilien herrschenden Cholera wurden meine Gepäckstücke in Neapel auf Staatskosten in Wasserdampf erhitzt; glücklicherweise blieben jene, nur in Pappkästchen verpackten Farbstoffe dabei fast ganz unversehrt und trocken, wie es ja auch seinerzeit Hrn. Koch trotz der Räucherungen gelang, eine Cultur lebender Cholerabacillen über die Grenzen nach Berlin zu bringen. Ich kann also aus eigener Anschauung die vollkommene Nutzlosigkeit der betreffenden Desinfectionen bezeugen.

Wie weit die oben zusammengestellten, 1875 noch nicht zugänglichen Hülfsmittel den auf sie gesetzten Erwartungen entsprachen, wird sich im folgenden zeigen. Im ganzen glaubte ich thunlichst vorbereitet zu sein, namentlich die in Deutschland zugängliche Litteratur über electrische und motorische Endplatten so ziemlich zu beherrschen; ich kannte auch, wie gesagt, die motorischen und electrischen Endplatten von Torpedo aus eigener Anschauung.

Was die Litteratur betrifft, so verdanke ich Hrn. Ciaccio in Bologna, sowie der ausgezeichneten Bibliothek der zoologischen Station in Neapel die Einsichtnahme von italienischen Abhandlungen, deren Ausstattung mit reichhaltigen Tafeln mir durch die Jahresberichte bekannt war, während ich die Abbildungen selbst noch nicht gesehen hatte. Ferner verdanke ich Hrn. Du Bois-Reymond die Hinweisung auf histologische, in seinen physiologischen Schriften zerstreute und von mir anfangs unbeachtet gebliebene Notizen.

Gleich bei der ersten frisch getöteten Torpedo fand ich in den ohne Zusatz untersuchten Flächenschnitten der electrischen Lamellen die Boll'sche Punktierung auf. An das vollkräftige Licht des italieni-

schen Himmels gewöhnt sich die Retina des Beobachters bald so, dass Einem die Beleuchtung in Deutschland nachher recht trübe vorkommen kann. Schwieriger war es, der Ueberfülle des Materiales in Neapel sich zu accommodieren; man begreift nur langsam, dass man mit einer Torpedo umgehen muss, wie bei uns mit einem Frosch: so dass man ein kleines Partikelchen von dem Tiere nimmt und das übrige wegwirft. Ich benutzte fast ausschliesslich Torpedo ocellata und überzeugte mich nach einigen Tagen, als die zahlreichen, gleich in Gang gesetzten Härtungsmethoden ihre Zwecke erfüllt hatten, dass bereits Remak (1856) die Profilansicht der sog. Boll'schen Punktierung entdeckt, Boll aber dieselbe Palissadierung beschrieben hatte, wie sie in der Flächenansicht der Lamellen aussieht. Verschiedene Goldmethoden, besonders die von Ciaccio empfohlenen, zeigten an den Axencylindern des Kölliker'schen Terminalnetzes ansitzende, gestielte Körnchen, die „Neurococci", wie sie Hr. Trinchese [1]) letzthin (1885) genannt hat.

In betreff der schwebenden Controversen kam ich nach und nach zu folgenden Resultaten, die ich gleich als definitiv festgestellt vorausschicken will. Was die dabei zu befolgende Terminologie anlangt, so sind zu unterscheiden, wenn man von der Dorsalfläche jeder electrischen Lamelle (Taf. XIV. Fig. 5 *d*) ausgeht, aus denen die Säulen des electrischen Organes bei Torpedo in dorso-ventraler Richtung aufgeschichtet sind:

1. Die elastische Dorsalmembran.
2. Die Gallertsubstanz mit Kernen, Körnchen u. s. w.
3. Der Palissadensaum, in der Flächenansicht als Punktierung erscheinend, die Palissadenpunktierung genannt werden soll.
4. Das (scheinbare) Netz von Terminalfasern, hier als „Terminalplexus" bezeichnet.
5. Die von Adventitia und Neurilem (sog. Schwann'scher Scheide) bekleideten, blassen, marklosen Nervenfasern.
6. Die ebenso bekleideten aber markhaltigen, doppeltcontourierten Nervenfasern nebst den capillaren Blutgefässen und sternförmigen Bindegewebszellen.

[1]) Rendiconti dell' Accademia dei Lincei. Cl. di Scienze morali, stor. e filolog. 1885.

A) Der von Kölliker entdeckte und als Terminalnetz beschriebene Terminalplexus ist nur scheinbar ein Netz. Hierin haben Remak (1856) und Boll [1]) Recht gegenüber anderen Beobachtern, namentlich Ciaccio und Ranvier, die wenigstens zuweilen vorkommende Anastomosen der freien Axencylinder aufrecht halten wollen. Die Silbernitratmethode lässt bei richtiger Ausführung darüber keinen Zweifel. Mit anderen Methoden (Ueberosmiumsäure und Haematoxylin oder Säurefuchsin, Goldchlorid u. s. w.) findet man neben freien Endigungen häufig genug auch Anastomosen (Taf. XIV. Fig. 4). Aber die in der Flächenansicht breit aussehenden (0,001—0,002 mm), letzten Terminalfasern sind zugleich abgeplattet (0,001 mm) und sehr dicht gedrängt, sie überkreuzen sich und das entstehende Netz ist eben so wenig reell, wie das scheinbare Endnetz der blassen, noch von Neurilem bekleideten Nervenfasern, wie es schwächere Vergrösserungen zeigen. Nur sind stärkere Linsen erforderlich, um das scheinbare Endnetz in einen terminalen Plexus aufzulösen, aus welchem überall frei und abgerundet endigende Terminalfasern (Taf. XIV. Fig. 4) austreten.

Uebersichtspräparate, die für schwächere Vergrösserungen geeignet sind, erhält man leicht durch *Isolierung* der electrischen Lamellen. Man legt sorgfältig rein präparierte, ganze Säulen zwei Tage lang in 10procentiges Chloralhydrat [2]) oder 1procentige Ueberosmiumsäure und schüttelt in einem Probiergläschen tüchtig mit Wasser (metallisches Quecksilber hinzuzufügen ist unnötig). Die Chloralhydrat-Präparate kann man nachträglich mit Ueberosmiumsäure, Goldmethoden, Farbstoffen u. s. w. behandeln; die sonst bekannten Isolierungsmittel habe ich nicht versucht.

B) Dass Remak (1856) bereits das von Boll (1873) als electrische Punktierung beschriebene, hier als Palissadenpunktierung bezeichnete Structurverhältnis gesehen hat, kann keinem Zweifel unterliegen. Befolgt man die Methode von Remak, nämlich längere Maceration in 0,2procentiger Chromsäurelösung, untersucht man mit Vergrösserungen, die den Remak damals zur Verfügung stehenden Schiek'schen Mikroskopen ungefähr gleichkommen, die Umschlagsfalten der electrischen

---

[1]) Nuove ricerche sulla struttura delle piastrine elettriche della Torpedine. Atti della R. Accademia dei Lincei. Ser. II. T. III. 1876.

[2]) W. Krause, Diese Monatsschrift. 1884. Bd. I. S. 152.

Lamellen, so erkennt man eine sehr feine und dichte Punktierung, die, wie Hr. Du Bois-Reymond [1]) bemerkt hat: „dem Stäbchensaum des Darmepithels vergleichbar“ — an die sog. Porenkanälchen des Basalsaumes der Cylinderepithelien erinnert. Hr. Fritsch [2]) hielt sie für ein Coagulationsphänomen in einer porösen Membran.

Wendet man auf dieselben in Wasser untersuchten Präparate Oel-Immersionen an, so zeigt sich in der Flächenansicht der Lamellen die fragliche Punktierung gerade wie an Ueberosmiumsäure-Präparaten (Taf. XIV. Fig. 4) und man kann die Uebergänge des einen Bildes in das andere, des *Palissadensaumes* des Querschnittes der electrischen Lamelle in die Palissadenpunktierung ihres Flächenschnittes an schräggelegenen Partien der Lamellen ganz leicht verfolgen. — Die Anzahl der Punkte beträgt bei Torpedo ocellata in Ueberosmiumsäure-Präparaten (1 %) etwa eine Million auf das Quadratmillimeter.

In bezug auf das Bild des Palissadensaumes erschien es notwendig, wirkliche, nicht bloss optische Durchschnitte anzufertigen. Nach zweitägiger Härtung in Ueberosmiumsäure, Auswaschen mit Wasser, Färbung mit concentrierter wässriger Lösung von Säurefuchsin oder wasserlöslichem Anilinblau wurden die Säulen des electrischen Organes zunächst in Alkohol gehärtet. Und zwar allmählich, so dass successive 33procentiger, 70procentiger, 90procentiger und absoluter Alkohol in Anwendung kam; alle diese Lösungen waren vorher mit Säurefuchsin oder dergl. gesättigt. Dieser von Hrn. Paul Mayer in Neapel empfohlene Kunstgriff ist erforderlich, um schöne Färbungen zu erhalten, die freilich auf die Dauer schwerlich ihre volle Farbenintensität bewahren. Nach der Entwässerung kamen die gefärbten Säulen 24 Stunden lang in Chloroform, welches mit Paraffin von 41 ° C. Schmelzpunkt kalt gesättigt war, nach Abdunstung des Chloroforms bei etwa 50 ° wurden die Stücke in Paraffin von 55 ° Schmelzpunkt eingebettet und mit einem Schanze'schen Mikrotom geschnitten. Dann wurden die Schnitte auf Objectträger gebracht, die vorher mit einer Lösung von Schellack in absolutem Alkohol bestrichen worden waren, nötigenfalls noch etwas besser fixiert, z. B. durch Schellack mit Kreosot, das Paraffin mittels

[1]) Dr. Carl Sachs' Untersuchungen am Zitteraal. 1881. S. 291.

[2]) Daselbst, S. 391.

Benzol entfernt und letzteres durch Canadabalsam in Chloroform gelöst, verdrängt.

Die Palissadenpunktierung folgt in der Flächenansicht der Lamellen ausschliesslich den nervösen Terminalfasern. Die Punkte begleiten alternierend oder einander gegenüber gestellt die Terminalfasern des genannten Plexus. Ihr Vorhandensein beschränkt sich auf deren Rand, sie fehlen in den Maschen des Terminalplexus, sowie in der Axe der Terminalfasern (Taf. XIV. Fig. 4).

Diese Anordnungen widersprechen entscheidend der Vorstellung, dass es sich bei der Palissadenpunktierung um Porenkanäle handeln könne. Denn die Abstände zwischen den Punkten sind grösser, in der Regel weit grösser, als der Durchmesser der Punkte selbst. Letzterer beträgt in Ueberosmiumsäure-Präparaten 0,0003 mm, die Dicke der Palissaden 0,0002 mm, die Abstände aber messen 0,0007—0,0009, zuweilen bis 0,002 mm; die grösseren Distanzen entsprechen den Maschen des Terminalplexus. Die Punkte sind der optische Ausdruck von oben gesehener, im frischen Zustande 0,0015 mm langer, im Mittel 0,00022 mm dicker, solider Stäbchen, und identisch mit den Remak'schen Palissaden; man kann sie an Zerzupfungspräparaten in Wasser isolieren. Häufig sind sie an ihrem ventralen Ende zugespitzt, gleichsam gestielt [1]). Entsprechend der geschilderten Anordnung, dass nämlich die Punkte in den Maschen des Terminalplexus fehlen, findet man, falls die mittels des Mikrotomes angefertigten Querschnitte der electrischen Lamellen nur hinlänglich fein sind, in der Profilansicht Lücken in dem Palissadensaume (Taf. XIV. Fig. 3. — Fig. 5 *l*). Diese Lücken, die Hrn. Ranvier [2]) entgangen waren, sind nicht zufällig; vielmehr correspondieren sie mit den eben erwähnten Maschen. Der Anschein eines continuierlichen Palissadensaumes entsteht nur an dickeren Schnitten. Da die Punktierung ausgezeichnet schön an Lamellen zu erkennen ist, die, vom lebenden Tiere genommen, in der Flüssigkeit des electrischen Organes selbst untersucht wurden, so ist an Coagulationsphänomene wohl nicht zu denken; solche würden ausserdem in den verschiedensten Reagentien, bei deren Anwendung die Palissa-

[1]) W. Krause, Die motorischen Endplatten der quergestreiften Muskelfasern. Hannover. 1869. S. 192.

[2]) Leçons sur l'histologie du système nerveux. 1878. T. II. p. 154.

dierung wahrnehmbar wird, in völlig gleicher Weise entstehen müssen.

C) Ueber die Form der Palissaden stehen sich verschiedene Ansichten gegenüber. Nach Remak und Boll sind sie Cylinder, nach Ranvier und Ciaccio *(cils électriques)*, an ihrem freien, bei Torpedo dorsalwärts gelegenen Ende birnförmig verdickt, womit Hr. Trinchese (1885) übereinstimmt, insofern er seinen Neurococcen der motorischen Endplatten bei Torpedo diese Form zuschreibt. Oel-Immersionen entscheiden die Frage leicht, mag man nun Zerzupfungspräparate in Wasser untersuchen, oder feinste reelle Durchschnitte der Lamellen, oder das frische, vom lebenden Tiere genommene Object. Die Palissaden sind cylindrische Stäbchen, was ich Hrn. Dohrn zu demonstrieren vermochte; der Anschein einer knopfförmigen oder birnförmigen Anschwellung entsteht durch die Goldmethoden, indem sich häufig, aber nicht immer, mehr Gold auf das freie Ende des Stäbchens niederschlägt.

Fragt man nun nach der Bedeutung der Palissaden, so scheint ihr Beschränktsein auf die Terminalfasern selbst, mit denen sie durch ihr ventralwärts gelegenes, ganz kurz zugespitztes Ende zusammenhängen, für ihre nervöse Natur zu sprechen. Wie alle neueren Untersucher: Boll, Ranvier, Ciaccio, Trinchese habe ich [1]) sie lange Zeit für die eigentlich letzte Nervenendigung gehalten und deshalb noch in Neapel die oben (S. 290) erwähnten Zählungsversuche vorgenommen; die vermeintliche electrische Punktierung bleibt aber nach Durchschneidung der electrischen Nerven bei Torpedo (über welche ich an einem anderen Orte berichtet habe [2]) vollkommen unverändert, auch nach längerer Zeit. Angeregt durch einen unten noch zu erwähnenden Brief des Hrn. Du Bois-Reymond habe ich mich dann überzeugt, dass die Palissadenpunktierung einer Art von Neurilem angehört, welches die blassen Terminalfasern noch in die electrische Lamelle begleitet. In den motorischen Endplatten von Lacerta viridis ist in der feingranulierten Substanz des scheinbaren Endnetzes ein axialer Strang, der eigentliche Axencylinder, eingelagert, der sich unter Umständen durch Gold intensiv färbt, im Gegensatz zu den bläulichen Rändern der

[1]) W. Krause, Die motorischen Endplatten der quergestreiften Muskelfasern. Hannover. 1869. S. 192.

[2]) Sitzungs Ber der Kgl Akademie der Wissenschaften zu Berlin. 8. Juli 1886.

granulierten Substanz, wie mir Hr. Rossi in Bologna gezeigt hat. Schon 1869 war ich [1]) auf den geringen Durchmesser aufmerksam geworden, den die Terminalfasern des electrischen Organes, wie der motorischen Endplatten [2]) von Torpedo ocellata darbieten, wenn man die letzteren mit verdünnter Chlorwasserstoffsäure behandelt. Den Gegensatz bildet ihre relative Breite an Gold- oder Ueberosmiumsäure-Präparaten. Diesen Umstand habe ich jetzt in Neapel von neuem constatiert.

Dem entsprechend werden die Palissaden der erwähnten Punktierung gleichsam für eine Art von Nägeln zu halten sein, mit denen die abgeplatteten Terminalfasern angeheftet sind. Sie gehören dem Neurilem an, welches Hr. Trinchese (l. c. 1885) auf die innere [3]), concave Seite der Terminalfaserverzweigung in den motorischen Endplatten verlegt.

Woran aber haftet das bisher sog. freie Ende der Palissaden? Am 5. December 1885 schrieb mir Hr. Du Bois-Reymond — ich erhielt den Brief, als mir meine Untersuchungen am electrischen Organ bis auf die eben gestellte Frage im wesentlichen abgeschlossen vorkamen —: „wenn es gelänge, wozu aber die Torpedoplatte ihrer Dünne halber schlecht sich eignet, in derselben das Analogon einer Querstreifung nachzuweisen, so wäre dies von fundamentaler Wichtigkeit."

Meiner bis dahin gehegten Ansicht zufolge waren die electrischen Organe Muskeln, deren Querstreifung vollständig zu Grunde gegangen, in Gallertgewebe umgewandelt ist. Ich [4]) hatte den Schlag des electrischen Organes als eine Summation der Entladungen vergrösserter motorischer Endplatten betrachtet.

Es fragte sich nun, ob wirklich keine Spur von Muskelsubstanz mehr in den electrischen Lamellen nachweisbar, ob die Gallertsubstanz, von ihren interstitiellen Körnchen abgesehen, thatsächlich homogen sei.

---

[1]) Zeitschrift f. Biologie. Bd. V. Taf. II. Fig. 14.

[2]) Daselbst, Fig. 12.

[3]) Vergl. Jahresbericht über die Fortschritte der gesammten Medicin von Virchow und Hirsch. Litteratur 1885. Bd. I. S. 63.

[4]) Zeitschrift f. rationelle Medicin. 1863. Bd. XVIII. S. 153. — Die motorischen Endplatten der quergestreiften Muskelfasern. Hannover. 1869. S. 169.

Veranlasst, wie gesagt, durch Hrn. Du Bois-Reymond's [1]) briefliche Bemerkungen entschloss ich mich, die mir zur Verfügung bleibende Zeit und die gegenüber den letzten Untersuchern neuen Hülfsmittel: Oel-Immersion, reelle Querschnitte, Säurefuchsin und Anilinblau auf die Lösung dieser Frage anzuwenden.

Untersucht man frische oder in verdünnten Säuren erhärtete electrische Organe, so erhält man die durch übereinstimmende Angaben sämtlicher Untersucher anscheinend ganz festgestellten Resultate. Dicht aneinander gedrängt liegen die Lamellen. Rechnet man von der Dorsalseite der Torpedo her, so kommt zuerst die Dorsalmembran (Taf. XIV. Fig. 5 *d*), eine homogene, elastische, an ihrer Dorsalfläche mit Bindegewebsfasern versehene Membran. Dann die Gallertsubstanz mit kugligen, in ziemlich regelmässigen Abständen eingelagerten Kernen. Die Gallertmasse erschien am frischen Präparat bisher vollkommen homogen, abgesehen von diesen Kernen und fernerweit eingelagerten, mehr an der Ventralgrenze jener Masse angehäuften, rundlichen *interstitiellen Körnchen,* deren Durchmesser von 0,0003—0,0015 mm schwankt. Sie sehen aus wie Fettkörnchen, schwärzen sich auch etwas durch Ueberosmiumsäure, verhalten sich übrigens, wie nebenbei bemerkt werden soll, wesentlich wie die sog. interstitiellen Körnchen der quergestreiften Muskelfasern. Hineinragend in die Gallertmasse und letztere ventralwärts begrenzend, folgt der Palissadensaum. Dieser sitzt dem nervösen Plexus blasser Terminalfasern unmittelbar auf. Dann folgen die von Neurilem umhüllten blassen Nervenfasern, darauf die Blutgefässe und endlich die einzeln verlaufenden, starken, doppeltcontourierten Nervenfasern, sowie deren Stämme. Unmittelbar daran schliesst sich unter dem Mikroskop die Dorsalmembran der nächsten electrischen Lamelle.

Thatsächliche Querschnitte ergeben eine ganz andere Vorstellung vom Bau der electrischen Säulen. Der Abstand ihrer electrischen Lamellen ist beträchtlich, etwa 5 mal grösser als die Dicke der Lamellen. Ersteres folgt schon aus den Angaben von Sihleanu [2]), der auf

[1]) Vergl. die oben citierten „Untersuchungen am Zitteraal". S. 278: „ein neuer Beweis, wie sehr die Anatomie zu erspriesslicher Thätigkeit physiologischer Fingerzeige bedarf."

[2]) De Pesci elettrici e pseudo-elettrici. Napoli. 1876. p. 25. — Vergl. die übrige Litteratur in Du Bois-Reymond, Sachs' Untersuchungen am Zitteraal. S. 279.

eine Höhe der electrischen Säule von 0,2 mm 10 Lamellen von etwas mehr als 0,001 mm Dicke zählte, welche Angabe jedoch möglicherweise nicht von Sihleanu herrührt, in welchem Falle sie durch einen Druckfehler entstellt sein müsste. Pacini (1852) gab nämlich dieselbe Ziffer (0,02 mm) für die Lamelle incl. ihres Abstandes von der nächsten, die Lamellendicke aber zu 0,004, den Abstand zu 0,016 mm an. Dagegen fand Valentin (1842) 0,038 mm, Leuckart (1847) 0,07 mm; ich selbst (vergl. Taf. XIV. Fig. 2) 0,065—0,07 mm für die Dicke der Lamelle incl. ihres Abstandes, für die Lamelle selbst 0,015 mm, in gehärteten Präparaten für letztere natürlich weniger. Es dürfte keinem Zweifel unterliegen, dass die Distanzen durch mancherlei Einwirkungen beeinflusst werden; so wird sich die Valentin'sche Angabe aus Verpackung der Zitterrochen in Salz erklären. An Präparaten aus 33procentigem Alkohol fand ich 0,037 mm für den Abstand, 0,008 für die Dicke der Lamellen, in Summa 0,045 mm. Dagegen betrugen dieselben Grössen nach Härtung in 5procentigem Kaliumbichromat, Durchtränkung mit Gummilösung und Alkohol nur 0,008 resp. 0,005, in Summa 0,013 mm. Man hat aber ein einfaches Mittel, die Wahrheit ausfindig zu machen: man muss ganze Säulengruppen nehmen und deren Länge im frischen Zustande notieren, um später ihre etwaige Aenderung constatieren zu können. Obige Messungen beziehen sich auf mittelgrosse Exemplare von Torpedo ocellata, deren Körperlänge 33—40 cm beträgt.

Die relativ geringe Dicke der electrischen Lamellen und ihre weiten Abstände bilden auch Ranvier [1]) und Ciaccio [2]) ab, ohne jedoch diese Abweichung von den sonst herrschenden Vorstellungen zu präcisieren. Dagegen hat M. Schultze [3]) ein im wesentlichen richtiges Schema gegeben.

Was die Blutgefässe anlangt, so bilden sie keine Netze, die den Lamellen entsprechen, vielmehr erhält jede der letzteren nur wenige Capillaren. Diese liegen nach Wagner dorsalwärts, nach Hrn. Ciaccio ventralwärts von den markhaltigen Nervenfasern. Hr. Ranvier hatte bereits an Flächenansichten der Lamellen ermittelt, dass die stärkeren

---

[1]) Leçons sur le système nerveux. T. II. 1878. p. 166. Fig. 6.

[2]) Memorie dell' Accademia delle Scienze di Bologna. 1877. Ser. III. T. VIII. Tav. IV. Fig. 1.

[3]) Abhandlungen d. naturf. Gesellsch. zu Halle. 1860. Bd. V. Taf. II. Fig. 3.

Nervenfasern ventralwärts, die feineren dorsalwärts von den Blutcapillaren verlaufen, und diese Lagenverhältnisse ergeben sich auch auf reellen Durchschnitten als richtig. Aber sie gelten nur für die nächste Nachbarschaft der Bindegewebssepta, welche die Umhüllung jeder electrischen Säule bilden. Von diesen Septa treten die Nerven und Blutgefässe zu den electrischen Lamellen. Man erkennt sie leicht auf feinen Querschnitten an injicierten oder nicht-injicierten Präparaten. Sowohl diese, wie gesagt, sparsamen Blutgefässe, als die Nerven halten sich unmittelbar an die Ventralfläche der Lamellen (Taf. XIV. Fig. 5 *n*), durchziehen also nicht etwa jene fünfmal weiteren Zwischenräume der Lamellen. Letztere Räume sind vollkommen leer (vergl. unten), nur mit einer eiweisshaltigen [1]) Flüssigkeit angefüllt: wenigstens gerinnt dieselbe beim Kochen. Ergiebt sich aus den Querschnitten der mit Säurefuchsin oder Anilinblau tingierten Ueberosmium-Präparate schon hiernach eine differierende Gesamtvorstellung, so tritt die vermöge der neuen Hülfsmittel zu erzielende Abweichung der Anschauung in betreff der Gallertsubstanz doch besonders in den Vordergrund,

Die Gallertsubstanz enthält nämlich ein Fasersystem [2]), ein System undeutlich quergestreifter, senkrecht zur Ebene der electrischen Lamelle angeordneter Fibrillen. Am deutlichsten sind sie in der dorsalen Hälfte der Lamellendicke (Taf. XIV. Fig. 5), verlaufen in dorsoventraler Richtung stets etwas schräg und gebogen gegen den Palissadensaum hin. Einer Hypothese (vergl. unten) folgend, wonach diese Fasern die electromotorische Kraft des Zitterrochenorganes verstärken, könnte man sie „electromotorische Fasern" nennen, besser wird es jedoch sein, sie nach ihrem bogenförmigen Verlauf einfach als *Bogenfasern* zu bezeichnen. Dichter gedrängt in der Nähe der Dorsalmembran, durch weitere Zwischenräume, also durch mehr Gallertsubstanz von einander getrennt in der Gegend der interstitiellen Körnchen, biegen sie an deren Palissadensaum in eine der Lamellenebene parallele Richtung um. Indem sie sich netzförmig durchflechten, bilden sie eine dem Palissadensaum dorsalwärts unmittelbar aufliegende *Membrana perforata*. Die Maschen dieser durchbrochenen Membran correspon-

[1]) Nach M. Schultze (l. c. S. 39) enthält die aus dem electrischen Organ auszulaugende Flüssigkeit hauptsächlich Mucin.

[2]) Diese Monatsschrift. Bd. III. H. 6. S. 264.

dieren, wie schräge Flächenschnitte zeigen, mit den Maschen des terminalen Plexus, dessen Form sie wiederholen. Die Membran ist ohne Zweifel schon von Remak [1]) gesehen worden, der sie indessen auf die ventrale Fläche der Dorsalmembran verlegte.

Um die Membrana perforata isoliert zu sehen, fertigt man am besten *Flächenschnitte* der electrischen Lamellen an. Dies ist nicht leicht, weil letztere dorsalwärts convex gebogen sind und man aus Gründen, die ich früher [2]) auseinandergesetzt habe, meist auf schräge Schnitte zu rechnen hat. Hat man die Säulen gehärtet, so falten sie sich windschief (Taf. XIV. Fig. 2). Am besten thut man, die Lamellen durch Chloralhydrat zu isolieren (S. 289), mit Ueberosmiumsäure und Säurefuchsin zu färben und dann die isolierten Lamellen zerstreut in einen Paraffinblock einzuschmelzen. Infolge dieses mir von Hrn. Dohrn empfohlenen Kunstgriffes kann man sicher sein, bei beliebig geführten Mikrotomschnitten bald diese bald jene dünnste Abteilung der Lamellendicke in hinreichender Ausdehnung zu Gesicht zu bekommen.

Am deutlichsten werden die Bogenfasern, wenn man eine Härtung in 1procentiger Ueberosmiumsäure, Auswaschen mit Wasser, Färbung mit concentrierter wässriger Säurefuchsinlösung und nachher gesättigte alkoholische Lösungen desselben Farbstoffes anwendet. Die weitere Behandlung, um feine Querschnitte darzustellen, geschah wie oben. Es ist aber notwendig, dass die Schnitte genau senkrecht auf der Lamellenebene stehen; da die Lamellen in den eingebetteten Säulen des electrischen Organes zumeist windschief gebogen sind — in natürlich gespanntem Zustande oder nach interstitieller Injection von Ueberosmiumsäure sind sie wie gesagt dorsalwärts convex — so erhält man an manchen Stellen schräge Schnitte. Diese zeigen ein unregelmässig sich durchkreuzendes Faserwerk, ein Netzwerk, aus welchem die bestimmte, oben beschriebene, ganz constante Verlaufsrichtung schwer zu entnehmen sein würde.

Ausserdem ist dieses Fasersystem in der Gallertsubstanz mit vielen Methoden darzustellen, wenn man es einmal kennt. Am wichtigsten ist die Wahrnehmbarkeit der Fasern in gefalteten Lamellen, die von der lebenden Torpedo genommen und ohne Zusatz mit Oel-Immersionen

[1]) Archiv f. Anatomie u. Physiologie. 1856. S. 471.

[2]) Diese Monatsschrift. 1884. Bd. I. S. 228.

bei gutem Licht des italienischen Himmels untersucht wurden. Denn diese Beobachtungsweise widerlegt offenbar den Einwand, es könne sich um Gerinnungsproducte handeln, welche Meinung übrigens die meisten wohl schon durch die geschilderte charakteristische Verlaufsrichtung der Fasern für beseitigt halten würden. Man sieht in der dorsalen Hälfte des Lamellenquerschnittes einzelne helle auf der Dorsalmembran senkrechte Streifen oder Fasern von entsprechender Feinheit, die jedenfalls sehr nahe denselben Brechungsindex besitzen, wie die übrige Masse der Gallertsubstanz. — An feinen Schnitten liegen die Bogenfasern in regelmässigen Abständen von etwa 0,0007 mm (S. 303) in Präparaten, die mit 5procentiger Salpetersäure mehrere Tage, dann sechs Monate mit absolutem Alkohol behandelt und in Wasser mit Oel-Immersionen untersucht wurden. Wie oben angeführt, stehen die Fasern constant nahezu senkrecht auf der Dorsalmembran und biegen ventralwärts in die Richtung der Lamellenebene um.

Was das mikrochemische Verhalten der Bogenfasern anlangt, so sieht man sie bei Untersuchung in Wasser unter Immersionssystemen nach Behandlung der Organstücke mit absolutem Alkohol, 5procentiger Salpetersäure, 1procentiger Chlorwasserstoffsäure, 0,2—1procentiger Chromsäure, 2procentigem Ammoniumbichromat oder 5procentigem Kaliumbichromat, Müller'scher Flüssigkeit, 2procentigem Silbernitrat, 0,5procentigem Chlorpalladium, Goldchlorid nach Owsjannikow [1]), concentriertem Kaliumacetat, concentriertem Kaliumnitrat, concentrierter Kochsalzlösung, 5procentiger Sublimatlösung, concentrierter Pyrogallussäure und nachher mit Wasser und 0,1procentiger Eisenchloridlösung. Behandelt man Organstücke mit Essigsäure in verschiedenen Concentrationen, so ist von den Fasern fast nichts zu erkennen. Nur in sehr verdünnten Lösungen sind Spuren derselben in der hellen Grundsubstanz wahrnehmbar. Wenn man den obigen Behandlungsmethoden mit Reagentien längeres Einlegen in 33procentigen oder absoluten Alkohol nachfolgen lässt, so conservieren sich die Fasern; sie sind bei Untersuchung in Wasser meist sehr deutlich, wenn zuerst Ueberosmiumsäure von 0,1—1 Procent, oder 5—32procentige Salpetersäure oder 1procentige Chlorwasserstoffsäure angewendet wurden. Gekochte Präparate erscheinen nicht zweck-

[1]) Mélanges biologiques de l'Académie des Sciences de St. Pétersbourg. Vergl. Jahresbericht d. gesammten Medicin von Virchow u. Hirsch für 1885. Bd. I. S. 58.

mässig; je nach der Dauer des Kochens, der Dicke der gekochten Stücke und anderen Verhältnissen erhält man sehr wechselnde Bilder, welche eingehend zu schildern sich nicht lohnen würde, nachdem so viel feststeht, dass die Fasern an gekochten Präparaten noch zu erkennen sind. Um sich zu orientieren, ist es an solchen Querschnittspräparaten unerlässlich, auf die doppeltcontourierten Nervenfasern und Gefässdurchschnitte achtzugeben.

Die Fasern verblassen also in Essigsäure, sind resistent gegen Mineralsäuren, bleiben sichtbar in Sublimatlösung, sind nach Alkoholbehandlung in Wasser unlöslich und widerstehen dem Kochen. — In allen diesen Beziehungen weichen sie vom Mucin ab und verhalten sich ganz wie die Fibrillen der quergestreiften Muskelfasern. Und schon von M. Schultze [1]) wurde bei Torpedo nachgewiesen, dass in der Substanz der electrischen Lamellen Syntonin (Myosin) oder ein nahestehender Eiweisskörper enthalten ist, man wird also nach dem mikrochemischen Verhalten den letzteren auf die Bogenfasern zu beziehen haben. Durch die Säuren, wie durch andere Reagentien, z. B. Alkohol, entstehen selbstverständlich in der Gallertsubstanz Niederschläge und zwar von unregelmässig verteilten Körnchen; untersucht man dickere Schnitte, so treten der regelmässige Verlauf und die nahezu constanten Abstände der Fasern von einander nicht hervor, man hat ein Gewirr vor sich, aus welchem dessen Bestandteile schwer herauszuerkennen sind. Uebrigens ist es nicht zum ersten Male, dass eine sog. gallertige, halbflüssige Masse sich bei genauerer Untersuchung als ein Gemenge fester und flüssiger Bestandteile erweist.

Die Frage kann also nur die sein, ob das Myosin auf die Bogenfasern oder die helle, unter Umständen körnige Zwischensubstanz zu beziehen ist. Nach dem auseinandergesetzten mikrochemischen Verhalten muss man sich für die erstere Alternative entscheiden: die Fasern entsprechen dem Protoplasma von Kupffer, die helle Substanz seinem Paraplasma.

Jedenfalls ist für die Bogenfasern der Nachweis erbracht, dass sie zwischen den in der Gallertsubstanz fällbaren Körnchen hindurchgehen, während sie sich chemisch anders verhalten als ihre nächste Umgebung. Die Gallertsubstanz besitzt also eine complicierte mor-

[1]) l. c. S. 46.

phologische Structur; sie enthält, chemisch betrachtet, einen in Streifen angeordneten Eiweisskörper, dessen Molecüle sich mit der sie umgebenden Flüssigkeit keineswegs vermischen. Denn die letztere bleibt in manchen Reagentien klar, z. B. in 1procentiger Chlorwasserstoffsäure. Selbst wenn man die Körnchen (S. 301) der lebenden Bogenfasern nicht für in festem Aggregatzustande befindlich, sondern die letzteren z. B. für Röhren ähnlich den Muskelkästchenlängsreihen ansehen wollte, die mit Eiweisslösung angefüllt wären, würde man schliessen müssen, dass obiges Verhalten für etwaige physiologische Folgerungen ausreichend sei. Die beschriebenen Fasern gehören entwickelungsgeschichtlich unzweifelhaft der contractilen Substanz embryonaler Muskelfasern an (S. 306). Man kann vermuten, dass ihre Moleküle die electromotorische Kraft des Zitterrochenorganes liefern oder wenigstens verstärken. Eine solche Hypothese würde natürlich erst durch das Experiment wahrscheinlich gemacht werden können, z. B. durch messende Versuche an Embryonen oder an Zitterrochen, deren electrische Nerven reseciert wurden. Mutmaasslich würde sich längere Zeit nach der Resection die Nervenleitung durch eine neue Operation wieder herstellen lassen, die einmal zu Grunde gegangenen Bogenfasern aber würden so wenig wie atrophisch gewordene Muskelfasern sich regenerieren. — Dass bei einer etwa eintretenden Gerinnung die Substanz der hellen Eiweissstreifen, wenn man eine solche noch voraussetzen wollte, in Reihen, zu körnigen Fasern sich anordnet, entspricht mutatis mutandis der alten Brücke'schen Anschauung vom Aufmarschieren der sarcous elements der quergestreiften Muskelfaser zu Längsfibrillen, deren Aussehen man längere Zeit hindurch den angewendeten Reagentien, wie Alkohol, Wasser u. s. w., zugeschrieben hat. Da die Fasern in der Torpedoplatte solchen embryonalen Muskelfibrillen homolog sind (vergl. unten), so konnte man am Ende erwarten, dass sie sich ziemlich ähnlich wie die letzteren verhalten.

Was die *unvollkommenen electrischen* [1]) *Organe* der Rochen anlangt, so steht bei Raja asterias und Laeviraja oxyrhynchus die Hauptrichtung

[1]) Diesen Ausdruck hat Hr. Du Bois-Reymond (Sachs' Untersuchungen am Zitteraal. 1881. S. 68; neuerdings statt des früher von ihm gewählten „*pseudo-electrische Organe*" eingeführt, weil dieselben bei Rochen nach Robin electrische Wirkungen zeigen sollen. — Vergl. auch Du Bois-Reymond, Arch. f. Anat. u. Physiol. Physiol. Abt. 1882. S. 412.

der Querstreifung, wie sie der Längsrichtung einer quergestreiften Muskelfaser entsprechen würde, parallel der Längsaxe des Schwanzes; letztere Axe aber ist der dorsoventralen Richtung des Torpedo-Organes gleichwertig. Um dies zu sehen, genügt es, das frische Organ von Raja mit 1procentiger Ueberosmiumsäure 48 Stunden lang zu behandeln, dann mit Wasser, Alkohol, Chloroform, in welchem Paraffin aufgelöst ist, und in Paraffin einzuschmelzen. Obgleich Tinctionen unnötig sind, klebt man die Schnitte mit weissem, in Kreosot gelösten Schellack auf, dunstet ab und bettet mittels Benzol in Canadabalsam ein. Es correspondiert also die Hauptrichtung der Bogenfasern im electrischen Organ von Torpedo mit der Hauptrichtung der Querstreifung im pseudo-electrischen Organ: die Uebereinstimmung ist vollständig.

Eine regelmässige Querstreifung an den Bogenfasern wahrzunehmen, ist mir mit meinen Hülfsmitteln (vergl. Taf. XIV. Fig. 3 u. 5) nicht gelungen, sie sind aber unzweifelhaft aus zwei verschieden lichtbrechenden und gegen Tinctionsmittel sich verschieden verhaltenden Substanzen zusammengesetzt. Die Fasern sehen nämlich körnig aus: regelmässig alternierend treten dunklere (rote oder — bei Anwendung des in Wasser löslichen Anilinblau — blaue) und etwas kürzere, hellere Abschnitte auf, in der Regel drei auf einer dorsoventralen Strecke von 0,0015 mm Länge. Auch nicht tingierte Präparate zeigen diese Art von Querstreifung oder körniger Beschaffenheit, ebenso isolierte Fasern (Taf. XIV. Fig. 3); am deutlichsten aber Organstücke, die mit 5procentiger Salpetersäure mehrere Wochen lang behandelt und in Wasser mit Oel-Immersion $^1/_{14}$ Winkel oder Objectiv *M* von Zeiss untersucht wurden. Ebensogut sieht man die Querstreifung der Bogenfasern an Organstückchen, die 24 Stunden lang mit 1procentiger Chlorwasserstoffsäure, dann beliebig lange mit absolutem Alkohol behandelt und in Wasser mit Oel-Immersionen betrachtet werden.

Die Fasern sind wohl zu fein, um in polarisiertem Licht Spuren von Doppelbrechung verraten zu können. Härtet man das electrische Organ einfach in Alkohol und fertigt dann nach Einschmelzung in Paraffin Querschnitte an, die in Canadabalsam eingebettet untersucht wurden, so zeigen die electrischen Lamellen zwischen gekreuzten Nicols helle Ränder im dunkeln Gesichtsfelde. Ebenso erscheinen die Ränder complementär gefärbt, während die Gallertsubstanz

die Farbe des Grundes beibehält, wenn man durch Glimmerplättchen von richtiger Dicke dem letzteren eine Purpurfarbe, wie sie Hr. Brücke (1857) für die quergestreiften Muskelfasern bevorzugt hatte, oder nahestehende Nuancen der entsprechenden Färbung erteilt.

Als unzweifelhaft doppelbrechend sind auf solchen Querschnitten, die selbstverständlich genau senkrecht die Lamellenebene getroffen haben müssen, die elastische Dorsalmembran und die ventrale Nervenausbreitung vorauszusetzen. Ebenso verhält sich der Terminalplexus. Nun zeigt sich aber zwischen gekreuzten Nicols, dass nur etwa ein Drittel der ganzen Lamellendicke die Farbe des Grundes annimmt, während die dorsalen und ventralen Seitenränder, deren jeder für sich ungefähr ebenso breit ist, wie der mittlere dunkle Zwischenraum, hell zwischen den gekreuzten Nicols aufleuchten.

Hr. Preyer, der zugleich mit mir auf der zoologischen Station in Neapel arbeitete, war so freundlich, mir seinen ausgezeichneten, an einem Hartnack'schen Mikroskop angebrachten Polarisationsapparat zur Verfügung zu stellen; letzterer ist der beste, den ich wenigstens jemals in Händen gehabt habe, und kräftiger, als der dem grossen, der Kgl. Akademie gehörenden Hartnack'schen Mikroskop beigegebene. Auch kam nach eigener Prüfung Hr. Preyer zu derselben Anschauung, dass nämlich die doppelbrechenden Säume der electrischen Lamellen eine relativ beträchtliche Dicke besitzen. Die wahre Lamellendicke beträgt in Ueberosmiumsäure-Präparaten ungefähr 0,01 mm, wovon auf die Dorsallamelle 0,001 mm, auf den Terminalplexus 0,001 mm, und 0,0013 mm auf den Palissadensaum mit der Membrana perforata (0,0003 mm) kommen. Im ganzen sollten hiernach 0,0067 mm oder zwei Drittel der Lamellendicke dunkel zwischen gekreuzten Nicols erscheinen. Statt dessen umfasste jeder der doppelbrechenden Ränder, wie gesagt, etwa ein Drittel der Lamellendicke. Die dorsalen und die ventralen hellen Ränder erschienen ungefähr gleich, ersterer 0,004 mm breit, beide an ihren Flanken verwaschen. Es ist hiernach sicher, dass sowohl die Membrana perforata, als besonders die der Dorsalmembran zunächst benachbarte Schicht der Gallertsubstanz Doppelbrechung verraten. Die Masse der letzteren ist isotrop, da sie die Farbe des Grundes zwischen gekreuzten Nicols beibehält, andere Formelemente sind nicht vorhanden, folglich kann die Doppelbrechung nur von den in die Gallert-

masse eingelagerten Fasern herrühren, wenn letztere auch zu fein sind (0,0002—0,0003 mm), um einzeln untersucht im dunkeln Gesichtsfelde aufzuleuchten. Die von mir angewendeten nützlichen Vergrösserungen waren nur 40—100fache. Dass die dorsalen und ventralen Ränder etwa gleich hell und gleich breit unter diesen Umständen erscheinen, erklärt sich aus der Zusammendrängung der Bogenfasern nach der Dorsalmembran hin, welche erstere die doppelbrechenden Eigenschaften der ventralwärts gelegenen Bestandteile der electrischen Lamelle aufzuwiegen vermag. Da nun bekanntlich die Entwickelungsgeschichte lehrt, dass die Gallertsubstanz aus den tellerförmig auswachsenden distalen Enden der embryonalen quergestreiften Muskelfasern hervorgeht, so kann es keinem Zweifel unterliegen, dass die doppelbrechenden Eigenschaften der Einlagerungen in die Gallertsubstanz von deren Bogenfasern herrühren, welche den Fibrillen quergestreifter Muskelfasern homolog sind. Die mangelnde Schärfe der dorsalen Begrenzung des anisotropen hellen Dorsalrandes, wie man sie von einer scharfcontourierten, elastischen Membran erwarten sollte, erklärt sich aus der oben schon erwähnten Auflagerung einzelner Bindegewebsfasern [1]) auf die freie Oberfläche der Dorsalmembran, welchem Bindegewebe ebenfalls doppelbrechende Eigenschaften zukommen.

Die Abstände der Bogenfasern von einander sind jedenfalls beträchtlicher als ihre Dicke. Man kann vielleicht 8 Fasern von 0,0002 mm Dicke auf einen Längenraum von 0,006 mm in Salpetersäure-Präparaten annehmen. Jene Abstände betragen durchschnittlich 0,0006 bis 0,0007 mm.

Bereits früher wurde bemerkt, dass die Bogenfasern sich an der Dorsalseite des Palissadensaumes in die Lamellenebene umbiegen. Würde man dies nicht beachten, wie es ja begreiflicherweise nicht an jeder Faser und dann nicht zu sehen ist, wenn die umbiegende Bogenfaser in die Richtung der optischen Axe des Mikroskopes eintritt, so könnte man sehr leicht geneigt sein, den Fasern einen continuierlichen Zusammenhang mit den Palissaden zuzuschreiben (vergl. Taf. XIV. Fig. 3), da sie manchmal den letzteren an Dicke ungefähr gleich-

[1]) Fritsch (Archiv f. Anatomie u. Physiologie. Physiol. Abt. 1882. S. 409) hat diese Bindegewebsfasern 1875 in Smyrna entdeckt und gefunden, dass einzelne derselben den Zwischenraum zwischen benachbarten electrischen Lamellen durchsetzen.

kommen. Man würde also unter der Voraussetzung, dass die Palissaden Nervenäste sind, in den Bogenfasern die letzten, bis zur Dorsalmembran zu verfolgenden Endäste der nervösen Terminalfasern zu sehen glauben, wie ich [1]) dergleichen irrtümlich 1869 abgebildet hatte.

Für den Anatomen liegt in der Anordnung der Nervenfasern noch ein scheinbares Rätsel vor. Unzweifelhaft tritt die Nervenfaser, auch im electrischen Organ von Torpedo, an die *Längsseite* der embryonalen, quergestreiften Muskelfaser. Im fertigen electrischen Organ aber liegt die electrische Endplatte oder der Terminalplexus der Dorsalmembran gerade gegenüber an der ventralen Seite der electrischen Lamelle. Es macht den Eindruck, als ob, abweichend von allem sonst Bekannten, die Nervenfaser nebst ihrer Endplatte sich nicht an die Längsseite, sondern an das proximale Ende, also an einen natürlichen *Querschnitt*, der sehr kurz und sehr breit gewordenen, in Gallertsubstanz umgewandelten, electrischen Lamelle inserierte.

Doch ist dies nur Schein. Die Bogenfasern biegen, was ich hier vorläufig nicht abgebildet habe (vergl. jedoch Taf. XIV. Fig. 5 die quergestreifte Faser über *l*) in die Lamellenebene um. Dies bedeutet, dass die Dorsalmembran allerdings das distale Ende und mithin einen natürlichen Querschnitt der embryonalen Muskelfaser bleibend repräsentiert, dass aber die nervöse Endplatte ihre ursprüngliche Lage an der Längsseite beibehält. Denn die bogenförmigen Fasern verlaufen zuletzt parallel dem Palissadensaum, parallel dem terminalen Plexus der eigentlichen electrischen Endplatte. Die ventrale Fläche der electrischen Lamelle entspricht also der Längsseite einer quergestreiften Muskelfaser.

Demzufolge ist es nicht schwer, den Schlag des electrischen Organes zu deuten. Der Schlag ist, wie Hr. Du Bois-Reymond in einem Briefe an mich vom 10. Februar 1886 bemerkte, hiernach ursprünglich eine negative Schwankung des Muskelstromes vom Querschnitt zum Längsschnitt.

Das electrische Organ entsteht bei Torpedo aus der embryonalen Anlage von Atmungsmuskeln, nämlich eines Teiles des M. constrictor superficialis [2]). Dieser Muskel ist selbst eine Partie der oberflächlichen

[1]) Zeitschrift f. Biologie. Bd. V. Taf. II. Fig. 14.

[2]) Vetter, Jenaische Zeitschrift f. Naturwissensch. 1884. Bd. VIII. S. 400. — Vergl. auch unten Fritsch (S. 306).

Ringmusculatur: des M. constrictor arcuum visceralium. Da die Torpedo ein relativ zu den meisten Fischen sehr geringes Atmungsbedürfnis hat und im Schlamm am Meeresgrunde vergraben zu liegen liebt, den sie, wie mir Hr. Salvatore Lobianco in Neapel mitteilte, besonders in Mondscheinnächten verlässt, so würde es, wenn man der Descendenztheorie nachzugehen beabsichtigt, nicht mehr schwierig sein, sich vorzustellen, wie sich ein solcher Respirationsmuskel allmählich in ein electrisches Organ umzuwandeln vermocht hat, ohne dass die Bewegungsfähigkeit des Tieres oder sein Nahrungserwerb während des Umwandlungsprocesses eine Einbusse zu erleiden brauchte.

Auch bei Malopterurus scheint ein Homologon des oben beschriebenen Fasersystems vorhanden zu sein. Wenigstens sagt Hr. Babuchin [1]), dass die Stäbchen auf der vorderen (negativen) Fläche der electrischen Lamelle dichter neben einander stehen; auf der hinteren, an welcher die Nerven eintreten, aber schwächer und vergänglicher sind. Man wird danach vermuten, dass die vorderen Stäbchen den Palissaden des Zitterrochens, die hinteren, welche sich auf die trichterförmige Umscheidung der Nervenfaser fortsetzen, dem dorsalen Fasersystem des letztgenannten Tieres zu homologisieren sind. Diese Hypothese würde sich in einer unerwarteten Harmonie mit M. Schultze's [2]) umstrittener Angabe befinden, dass die Nervenfaser die electrische Platte von hinten nach vorn durchbohre, somit eigentlich in die vordere Fläche der ersteren eintrete. — In Boll's [3]) Abbildungen ist von der Differenz nichts wahrzunehmen, dagegen zeichnet Boll ein auf die Lamellenebene senkrechtes Fasersystem. Ohne eine specielle hierauf gerichtete Untersuchung in Aegypten wird sich jedoch nichts Sicheres ausmachen lassen.

Die einzelnen Bestandteile der electrischen Lamellen, deren jede sich aus etwa 10 embryonalen Muskelfasern bei Torpedo zusammensetzt, sind jetzt folgendermaassen zu deuten. Die Dorsalmembran ist die Sehne der embryonalen Muskelfaser; auf derselben liegt dorsalwärts ein wenig faseriges Bindegewebe. Dann folgt ventralwärts umgewandelte

---

1) Medicinisches Centralblatt. 1875. S. 132.

2) Sitzungsberichte der naturforschenden Gesellschaft zu Halle. 1857. S. 18.

3) Archiv f. mikroskopische Anatomie. 1873. Bd. X. Taf. XV.

Muskelsubstanz: die quergestreiften Fibrillen sind weit aus einander gedrängt, die interstitiellen Körnchen wie in gewöhnlichen quergestreiften Muskelfasern vorhanden, die rundlich gewordenen Kerne der Gallertsubstanz entsprechen den Muskelfaserkernen im Inneren der contractilen Substanz. Diese Kerne verraten ihren Ursprung, indem sie bei 5 cm langen Torpedo-Embryonen noch länglich-ellipsoidisch sind, aus welcher Form sie allmählich in die mehr kuglige beim erwachsenen Tiere übergehen; wie Muskelkerne (Muskelkörperchen) sind sie von einem sternförmigen oder spindelförmigen Hohlraume umgeben, der schon M. Schultze [1]) aufgefallen war. Die Fasern der Gallertsubstanz biegen entsprechend der ursprünglichen Längsrichtung der embryonalen Muskelfaser ventralwärts in die Lamellenebene um, wobei sich die Nervenfasern am Orte der ursprünglichen motorischen Endplatte entwickelt haben. Nur der Terminalplexus ist der motorischen Endplatte homolog und es wird am besten sein, als *electrische Endplatte* [2]) von jetzt ab nur diesen terminalen Plexus incl. seiner Palissaden nebst dessen ventralwärts gelegener Stammfaserverzweigung zu bezeichnen. Die sog. Gallertsubstanz wäre dann die *electrische Muskelplatte* [3]). Sarcolem besitzt letztere im erwachsenen Zustande nicht und wahrscheinlich auch zu keiner früheren Entwickelungsperiode.

---

[1]) Abhandlungen d. naturforsch. Gesellsch. zu Halle. 1860. Bd. V. S. 27.

[2]) Nervöses Glied, Babuchin. — Eine diesen Unterscheidungen analoge Bemerkung von Hrn. Fritsch (Archiv für Anatomie und Physiologie. Physiol. Abteilung. 1882. S. 409) soll hier wörtlich citiert werden: „Hr. Fritsch betrachtet es überhaupt als eine Hauptaufgabe der Zitterfisch-Morphologie, die beiden in der Bildung der aus Muskeln entstandenen elektrischen Organe nothwendig vorhandenen und gleichsam einander durchdringenden Systeme zu unterscheiden: die ursprünglich musculäre und eine neue durch die elektrische Function bedingte Anordnung, welche letztere, je höher das Organ sich entwickelt, um so mehr sich gleichsam usurpirend geltend macht. Bei Torpedo giebt letzteres System die Regelmässigkeit der Säulenanordnung des Plattenaufbaues und der damit verknüpften feineren Nervenvertheilung; ersteres macht sich noch bemerklich durch die Ungleichheit der Bauch- und Rückenseite der Organe, die Abweichung der Säulen von der Senkrechten, die Verflechtung der umhüllenden Fascien und des Zwischengewebes mit den benachbarten Organen, endlich durch die Anordnung jenes schon erwähnten (s. oben S. 303) Bindegewebes zwischen den Platten."

In Bezug auf die Herkunft des Torpedo-Organes aus der Musculatur von sechs, vielleicht nur fünf Visceralbögen, sowie diejenige ihrer Nerven, muss hier ebenfalls auf die ausgedehnten Untersuchungen von Hrn. Fritsch (l. c. S. 403 ff.) verwiesen werden.

[3]) Metasarcoblastisches Glied, Babuchin.

Auf die Einzelheiten der Begründung des Mitgeteilten kann hier vorläufig nicht eingegangen werden, ebensowenig auf die von mir studierten motorischen Endplatten von Torpedo, die pseudo-electrischen Organe der Rochen, sowie das entwickelungsgeschichtliche Verhalten der electrischen Organe oder auf die Details der von mir ausgeführten Nervenresectionen (S. 292). Nur mag noch bemerkt werden, dass der bei letzteren von mir benutzte *Ramus electricus*, welcher den vorderen medialen Teil des electrischen Organes versorgt, wie ich [1]) früher einmal erwähnt habe, dem N. facialis, nicht dem Trigeminus angehört, und nach embryonalen Serienschnitten, die Hr. Dohrn mir vorlegte, blieb kein Zweifel, dass jener electrische Ast der Portio intermedia n. acustici beim Menschen homolog ist. Der Ast wird im erwachsenen Tiere beim Austritt aus dem Schädel durch einen Fortsatz der Dura mater vom N. trigeminus getrennt, wie schon Sihleanu [2]) angab. Verfolgt man denselben proximalwärts, so sieht man die Spalte zwischen ihm und dem N. trigeminus immer grösser werden. An der Medulla oblongata angekommen, schliesst er sich, caudalwärts absteigend, den Wurzelbündeln des N. facialis an, während der N. trigeminus mehr horizontal in die Medulla oblongata eindringt.

Wenn auch niemand es mehr beanstandet, dass das electrische Organ ein umgewandelter Muskel sei, so ist die specielle Homologisierung der einzelnen mikroskopischen Formbestandteile doch erst durch die neuen Hülfsmittel möglich geworden, womit das Verständnis des electrischen Organes naturgemäss erleichtert worden ist. In physiologischer Beziehung ergiebt sich die Schichtung der Bogenfasern als eine für die Verstärkung der electromotorischen Kraft offenbar günstige Anordnung. In morphologischer Hinsicht gehen die embryonalen quergestreiften Muskelfasern des Organes nicht einfach zu Grunde, sondern persistieren in modificierter Form; jede electrische Lamelle besteht bei Torpedo aus einer dorsalen electrischen Muskelplatte und einer ventralen electrischen Endplatte. *Der Zitterrochenschlag aber entspricht* [3]) *einer Muskelzusammenziehung* (s. S. 304).

[1]) Allgemeine u. mikroskopische Anatomie 1876. S. 486.

[2]) De Pesci elettrici e pseudo-elettrici. Napoli, 1876. p. 21.

[3]) Du Bois-Reymond, Gesammelte Abhandlungen zur allgemeinen Muskel- und Nervenphysik. Bd. II. 1877. S. 735.

Erklärung der Tafel XIV.

Sämtliche Abbildungen stammen von Torpedo ocellata von 30—40 cm Körperlänge und sind nach Präparaten, die von mir in Neapel angefertigt wurden, durch Hrn. Peters in Göttingen nach der Natur gezeichnet.

Fig. 1. Querschnitt durch einige electrische Lamellen, um deren relativ weiten Abstände von einander bei leeren Zwischenräumen zu zeigen. Behandlung mit 1procentiger Chromsäure fünf Wochen lang, Wasser, chlorwasserstoffsaurem Karmin, Wasser, Alkohol, Chloroform, Paraffin, Benzol, Canadabalsam. Vergr. 300.

Fig. 2. Durchschnitt einer Säule des electrischen Organes, parallel ihrer Längsaxe. Behandlung mit 1procentiger Ueberosmiumsäure zwei Tage lang, Wasser, Säurefuchsin, Alkohol, Chloroform, Paraffin, Benzol, Canadabalsam. Vergr. 10.

Fig. 3. Querschnitt von 0,005 mm Dicke durch eine electrische Lamelle. Behandlung mit 1procentiger Ueberosmiumsäure zwei Tage lang; Wasser, wasserlösliches Anilinblau, Alkohol, Chloroform, Paraffin, Benzol, Canadabalsam. Vergr. 1500. Man sieht die interstitiellen Körnchen der Gallertsubstanz. *p* Palissaden. *f* quergestreifte Bogenfasern *isoliert*. *t* Terminalplexus auf dem Querschnitt. Die Dorsalmembran ist durch die Schnittführung entfernt.

Fig. 4. Palissadenpunktierung einer electrischen Lamelle von der Fläche gesehen; das Terminalnetz der Nervenfasern ist nur scheinbar ein solches. Die Punkte stehen teils alternierend, teils einander gegenüber. Methode wie in Fig. 2. Vergr. 1500. *n* blasse Nervenfaser.

Fig. 5. Querschnitt durch eine electrische Lamelle. Methode wie bei Fig. 2. Vergr. 1500. *n* doppeltcontourierte Nervenfaser mit gefalteter Adventitia. *l* Lücke im Palissadensaume, entsprechend einer kleinen Masche des Terminalplexus. *t* Terminalplexus. *p* Palissadensaum, dorsalwärts durch die als continuierliche Linie erscheinende Membrana perforata begrenzt. *d* Dorsalmembran. Zwischen *p* und *d* die bogenförmigen Fasern.

Nouvelles universitaires.[1]

Dr. W. Roux, Docent der Anatomie an der Universität Breslau, ist zum ausserordentlichen Professor daselbst ernannt worden.

[1]) Nous prions instamment nos rédacteurs et abonnés de vouloir bien nous transmettre le plus promptement possible toutes les nouvelles qui intéressent l'enseignement de l'Anatomie et de la Physiologie dans les facultés et universités de leur pays. Le „Journal international mensuel" les fera connaître dans le plus bref délai.

Druck von Leopold & Bär in Leipzig.

(Travaux du Laboratoire d'Anatomie de la Faculté de médecine de Lille.)

Recherches anatomiques sur l'anastomose du Médian et du Cubital à l'avant-bras

par le

Dr. F. Curtis,

prosecteur de la Faculté.

(Avec pl. XV.)

Historique.

A l'instigation de notre professeur d'anatomie M. L. Testut et avec l'aide de ses conseils nous avons entrepris, pendant le semestre d'hiver 1884—1885, quelques recherches sur l'anastomose du Médian et du Cubital à l'avant-bras. Si ce n'était pas là un sujet bien nouveau, c'était tout au moins un sujet peu connu et sur lequel les auteurs classiques ne donnent que des indications rares et peu précises. En parcourant la série des livres classiques français et étrangers, nous avons été étonnés de la presque unanimité de tous à omettre l'anastomose du Médian et du Cubital à l'avant-bras. En France, le plus classique de nos traités, celui de M. Sappey [1]), ne dit rien à ce sujet, ni à l'article Médian ni à l'article Cubital. L'ouvrage de Beaunis et Bouchard [2]) ne fait mention d'aucun filet anastomotique; il en est de même de l'anatomie de M. M. Cruveilhier et Marc-Sée [3]), ainsi que du traité d'anatomie de Cruveilhier seul paru en 1845. Il faut consulter Hirschfeld [4]) pour trouver l'anastomose indiquée. Dans l'atlas de cet

[1]) Anat. descript. Tome III. 1876.

[2]) Anatomie descriptive. 4e édition. 1883.

[3]) Traité d'anatomie descript. Tome III. p. 614—618.

[4]) Neurologie ou Iconographie du système nerveux, p. 156.

auteur on lit en effet: „Chez certains sujets une branche du Nerf Médian descend obliquement en dedans en longeant la partie supérieure de l'artère cubitale pour s'anastomoser avec le nerf Cubital.“ Mais si le texte parle les figures sont muettes et ne reproduisent pas l'anomalie signalée. Nous ne trouvons plus que H. Cloquet [1]) et J. Cloquet [2]) qui tous deux font mention d'une anastomose entre le Médian et le Cubital.

En Allemagne à côté d'ouvrages classiques tels que ceux de Hartmann [3]), Aeby [4]), Luschka [5]) qui ne disent rien d'une anastomose antibrachiale, il en est d'autres qui la signalent; c'est d'abord l'ouvrage de Gegenbaur [6]). Cet auteur cite l'anastomose d'après un mémoire dont nous parlerons plus loin, mais dit aussi avoir vu lui-même cette disposition et s'exprime à peu près en ces termes: „J'ai vu cette anastomose sortant du muscle fléchisseur profond s'unir à un filet du Médian qui plongeait dans ce muscle.“ C'est ici une forme d'anastomose bien différente de celle signalée par Hirschfeld et Cloquet. M. M. Krause et Telgmann [7]), dans leur mémoire sur les anomalies des nerfs disent avoir vu dans un cas le Médian qui donnait un rameau du $^1/_4$ de la grosseur du Cubital courant en compagnie de l'artère cubitale jusqu'au moment de se perdre dans le nerf Cubital.

W. Krause [8]) dans son anatomie reprend lui-même ce détail et indique que souvent le médian donne au $^1/_3$ supérieur de l'avant-bras un filet qui rejoint le cubital en longeant l'artère.

On le voit, si l'anastomose du Médian et du Cubital si elle est signalée dans quelques traités classiques, elle n'y est nullement décrite. Pour trouver cette description il faut parcourir des mémoires isolés rependus ça et là dans des publications périodiques. Le premier sans contredit qui ait fait un travail complet sur l'anastomose du Médian et du Cubital est le professeur Gruber [9]) de St. Pétersbourg.

---

[1]) Traité d'anat. descript. Tome II. p. 169.

[2]) Manuel d'anat. descript. du corps. hum. p. 352.

[3]) Anatomie des Menschen.

[4]) Bau des menschlichen Körpers. 1871.

[5]) Anatomie.

[6]) Lehrbuch der Anatomie des Menschen. p. 877.

[7]) Anomalies les nerfs chex l'homme. trad. Laharpe. p. 45.

[8]) Handbuch der menschl. Anat. p. 208 et suiv.

[9]) Archiv für Anat. von Reichert. 1870. p. 501. Ueber die Verbindung des Nervus medianus mit dem ulnaris am Unterarme des Menschen und der Säugetiere.

Ce savant anatomiste distingue nettement les diverses formes de l'anastomose confondues jusque là, apprécie leur fréquence et donne sur l'historique des renseignements si complets que nous ne pouvons mieux faire que d'abréger les notres. Outre le mémoire de Gruber il n'existe que deux publications connues qui traitent le même sujet. L'une est le mémoire de Letiévan [1]) sur les sections nerveuses du Médian antérieur à celui de Gruber, mais beaucoup moins spécial à notre point de vue; l'autre est une courte note de Monsieur Verchère [2]) inserée dans l'union médicale de 1883 et dans le Progrès médical de la même année. Pour être complet nous citerons encore d'après Letiévan lui-même, les noms de M. M. Audibert et Savy [3]) qui parait il, ont donné une description de l'anastomose que nous n'avons pu retrouver, car elle est publiée dans un journal très peu connu.

On voit donc que l'anastomose du Médian et du Cubital est suffisamment signalée et même bien décrite pour qu'il paraisse inutile de traiter à nouveau ce sujet. Si cependant nous n'avons pas hésité a entreprendre ce travail, c'est que tout d'abord le mémoire de Gruber est absolument inconnu en France et qu'il nous laisse d'ailleurs beaucoup de détails à préciser; la fréquence de l'anastomose très diversement jugée, ses diverses formes anatomiquement distinctes et enfin son rôle physiologique encore absolument inconnu. Cette dernière question surtout serait intéressante à résoudre; on verra plus loin que la chose n'est guère possible d'une manière rigoureuse mais qu'on peut du moins, rien que par la dissection, acquérir quelques notions sur la fonction de l'anastomose.

Des faits de hasards, tels que des sections nerveuses accidentelles sur le vivant, pourraient seuls résoudre le problème, car disons le de suite, des expériences physiologiques suivies sont impossibles, aucun animal ne présentant d'une manière constante l'anastomose qu'il s'agit d'étudier.

---

[1]) Mémoire sur les Sections du Médian. Communiqué à la Société de Chirurgie. 1867.

[2]) Progrès et union Médicale. 1883.

[3]) Bulletin de la Société des Conf. Anat. de Lyon.

Fréquence de l'anastomose.

La fréquence de l'anastomose du Médian et du Cubital au $^1/_3$ supérieur de l'avant-bras n'a été sérieusement estimée que par Gruber. Cet anatomiste le premier fit porter ses recherches sur un nombre de sujets suffisant pour éviter les erreurs d'appréciation qui résultent nécessairement de dissections trop restreintes, plus aptes à faire le dénombrement d'une série accidentelle de faits identiques qu'à établir un rapport de fréquence.

Dans des recherches anatomiques, une même anomalie peut se présenter plusieurs fois de suite, bien qu'étant rare; dans nos propres recherches il nous est arrivé de trouver jusqu'à 7 fois de suite l'anastomose du Cubital et de disséquer ensuite jusqu'à 30 bras sans la retrouver. On voit quelle erreur on commettrait à juger la fréquence d'après l'une ou l'autre série. Aussi les chiffres indiqués par M. Verchère ne nous semblent pas l'expression de la vérité. M. Verchère croit pouvoir fixer la fréquence à 11 ou 12 sur 15; mais ses recherches n'ont porté que sur 10 cas présentant 8 fois l'anastomose. M. Verchère est évidemment tombé sur une série favorable. Il en est de même de M. M. Brun et Tuffier qui d'après M. Verchère, ont trouvé l'anastomose 4 fois sur cinq.

Si nous consultons Gruber nous trouvons des chiffres autrement importants et qui peuvent servir à établir un calcul sérieux. Gruber a disséqué 125 sujets dont 100 hommes et 25 femmes. L'anastomose a été trouvé 28 fois. C'est-à-dire que la fréquence est exprimée par un chiffre compris entre $^1/_4$ et $^1/_5$. Nos propres recherches nous conduisent à des résultats analogues. Sur 62 bras disséqués, appartenant tous à des sujets différents, nous avons trouvé l'anastomose 19 fois, c'est-à-dire dans environ $^1/_5$ ou $^1/_4$ des cas. Si maintenant nous cherchons un chiffre plus précis en utilisant les recherches de Gruber, de M. Verchère et les notres, nous arrivons au résultat suivant:

Gruber	28	fois	sur	125
Verchère	8	„	„	10
Brun et Tuffier	4	„	„	5
Curtis	19	„	„	62
	59	fois	sur	202.

Ainsi l'anastomose se trouve 59 fois sur 202 sujets, chiffres qui ramenés à une proportion centésimale donne 29,20 % ou 292 fois sur 1000. C'est encore une fraction comprise entre $\frac{1}{4}$ et $\frac{1}{3}$. Cette anomalie est donc réellement fréquente.

Origine de l'anastomose.

L'origine est variable. L'anastomose nait, tantôt avec d'autres rameaux du Médian, tantôt seule et indépendante.

Quand l'anastomose partage l'origine d'autres rameaux collatéraux du Médian, la disposition de beaucoup la plus fréquente est la suivante: (Pl. XV. fig. I). Immédiatement après que le médian a perforé le rond pronateur il emet une grosse branche allant former:

1) Le tronc interosseux,
2) Un filet du fléchisseur propre du pouce,
3) Un filet du fléchisseur profond commun (chef externe),
4) L'anastomose en question.

L'anastomose: se trouve d'ordinaire au côté interne du filet allant au fléchisseur commun profond (chef externe). Une variété de cette disposition tient au niveau d'origine variable du tronc commun qui parfois nait au dessus du rond pronateur et même plus haut jusqu'au pli du coude, formant alors un nerf assez gros qui longe un moment le médian avant de se ramifier comme nous l'avons dit.

Un autre mode d'origine commune est le suivant. Le médian avant de perforer le rond pronateur donne un rameau au grand palmaire et au fléchisseur superficiel, ou un rameau unique allant aux deux muscles. L'anastomose souvent se détache du rameau du grand palmaire de sorte que l'on voit naitre du Médian un tronc unique se divisant en trois (Fig. II):

1) Nerf du grand palmaire,
2) Nerf du fléchisseur superficiel,
3) Filet de l'anastomose.

Parfois l'anastomose au lieu de naître en commun avec les nerfs que nous venons de citer se détache de l'un d'eux à une certaine distance du Médian.

C'est ainsi que nous avons vu une fois l'anastomose naître à une

distance suffisante pour ne plus représenter qu'une simple division du rameau du grand palmaire.

Un autre mode d'origine tout différent se présente (Fig. III) dans les cas beaucoup plus rares ou l'anastomose vient directement du Médian par un rameau indépendant. Dans ces circonstances l'anastomose peut naître près du rameau du grand palmaire, ou près du rameau interosseux. Sur un sujet nous avons vu l'anastomose se détacher du Médian au moment ou il émerge du rond pronateur à 1 cm au dessus de l'origine du tronc interosseux. Sur un autre elle était rejetée plus haut très près du rameau du grand palmaire. Le point précis d'origine était à 1 cm sous une ligne allant de l'épitrochlée à l'épicondyle.

Formes de l'anastomoses.

En comparant entre elles les descriptions de M. Verchère, Letiévan, Gegenbaur on reconnait de suite qu'il existe certainement plusieurs variétés distinctes de l'anastomose antibrachiale.

Le seul qui les ait toutes vues est Gruber de Pétersbourg [1]; avec lui nous decrirons trois types:

1) Anastomose rectiligne oblique ou transverse,
2) Anastomose en anse,
3) Anastomose à la fois rectiligne et en anse, combinaison des deux formes précédentes.

1) L'anastomose rectiligne est ainsi formée (Fig. I). Du Médian, en l'un des points que nous avons signalés, se détache un filet qui descend obliquement en bas et en dedans, allant du Médian au Cubital, jamais en sens inverse. Ce filet souvent s'accole à l'artère cubitale et la suit jusqu'au moment ou elle rejoint le nerf cubital. Mais il serait faux de croire que le filet anastomotique suive toujours l'artère. L'obliquité du filet est très variable et peut croiser la direction du nerf cubital suivant un angle à sinus supérieur variant de 20° à 90°. Dans ce dernier cas l'anastomose rejoint le Cubital à angle droit et devient rectiligne et transverse restant à une bonne distance de l'artère cubitale qui est toujours oblique. Le longeur varie dans les mêmes

[1]) Loc. cit.

proportions. Dans un cas d'anastomose très oblique nous avons mesuré 7 cm. Le point d'union du Cubital et de l'anastomose se trouvait à 8,5 cm sous l'épitrochlée. L'anastomose qui offre cette forme ne donne jamais aucun rameau sur son trajet.

2) Anastomose en anse (Fig. II). L'anastomose en anse est formée par un filet venant du Médian, descendant au devant de l'extrémité supérieure du fléchisseur commun pour s'arrondir ensuite et remonter suivant une courbe elliptique jusqu'au tronc du nerf cubital. L'anse ainsi formée donne par sa convexité, et par sa convexité seulement, deux à 3 filets très courts qui plongent directement dans le fléchisseur profond (Fig. II $\alpha \beta$).

Jusqu'à présent notre description est d'accord avec celle de Gruber, nous différons sur le point suivant. Pour Gruber l'anastomose va rejoindre le tronc du Cubital; pour nous nous pouvons affirmer que dans toutes nos dissections nous avons vu l'anastomose en anse se terminer non dans le Cubital même mais dans le rameau collatéral qui va innerver les deux chefs internes du fléchisseur commun profond. Il en résulte qu'il existe au devant de l'extrémité supérieure du fléchisseur profond une anse nerveuse étendue du Médian au Cubital et donnant par le sommet de sa convexité ainsi que par son extrémité supérieure interne ou cubitale des filets exclusivement musculaires. Parmi ceux qui naissent de la convexité les uns suivent la direction de la branche descendante et semblent venir du Médian, les autres suivent une direction inverse et semblent venir du Cubital. Quoiqu'il en soit, les filets détachés de la convexité se terminent toujours dans le chef moyen du fléchisseur commun profond (chef du Médius); le rameau né de l'extrémité supérieure externe de l'anse n'est autre que le rameau des deux chefs internes du fléchisseur commun profond. Une seule fois nous avons vu se détacher de l'anse un filet allant au fléchisseur superficiel. L'anse dans ce cas naissait non du Médian mais du rameau du grand palmaire assez loin de son origine.

Ainsi l'existence d'une anastomose en anse est étroitement unie à l'innervation du fléchisseur commun profond. L'anastomose en anse est une anastomose musculaire d'où se détachent les filets destinés aux trois chefs internes du fléchisseur profond et quelquefois à la partie la plus interne du fléchisseur superficiel.

3) La dernière forme de l'anastomose résulte de la combinaison des deux autres (Fig. III). C'est ici que l'on trouve l'anastomose rectiligne et l'anse, unies de façons diverses, donner lieu aux dispositions les plus compliquées et parfois les plus étranges. C'est à ce genre qu'appartiennent les anastomoses plexiformes décrites par M. Verchère qui d'ailleurs ne décrit pas l'anastomose en anse simple. Gruber indique l'anastomose mixte, mais il emet a ce sujet une opinion que nous ne pouvons confirmer. Pour Gruber [1]), quand l'anse se trouve associée à l'anastomose rectiligne, on ne voit dans la règle aucun filet musculaire s'en détacher. L'anse perdrait ici son caractère musculaire, et la forme mixte ne serait plus exactement une combinaison des deux précédentes, mais plutôt une forme distincte, plus compliquée et plus irrégulière. Nos dissections au contraire nous permettent d'affirmer que qu'elle que soit la complexité de l'anastomose mixte, on peut toujours y distinguer les deux éléments et que l'anse ici encore donne toujours ses filets au chef moyen du fléchisseur profond ainsi qu'aux deux chefs internes.

La fréquence relative des diverses anastomoses est jugée par Gruber [2]) de la manière suivante: sur 36 bras l'anastomose rectiligne existait 22 fois, l'anse 5 fois, l'anastomose mixte 9 fois. Si au lieu de compter par nombre de bras on compte par nombre de sujets les proportions changent. L'anastomose mixte est de beaucoup la plus fréquente, nous l'avons vue 9 fois sur 19, vient ensuite la rectiligne 6 fois et l'anse 4 fois sur 19.

Situation de l'anastomose.
Rapport entre son mode d'origine et ses diverses formes.

L'anastomose est située au devant de l'extrémité supérieure du fléchisseur profond commun. Entre ce muscle et le fléchisseur superficiel, dans la région ou l'artère cubitale passe obliquement pour gagner le bord du Cubital antérieur. Pour trouver rapidement l'anastomose il suffit de procéder comme pour la ligature de l'artère cubitale au $^{1}/_{3}$ moyen, en prolongeant toutefois l'incision jusqu'à l'épitrochlée. Le muscle

[1]) Loc. cit. (p. 509).
[2]) Loc. cit.

cubital recliné on écarte le fléchisseur superficiel et il suffit alors de legères tractions exercées sur le nerf cubital pour voir s'il reçoit un filet d'anastomose.

On ne s'aurait donner un chiffre fixe pour établir le point exact où se trouve l'anastomose; nous ne pouvons que citer quelques exemples. L'origine supérieure du côté du Médian, varie depuis le pli du coude jusqu'à 5 cm plus bas. Le point ou l'anastomose rencontre le Cubital, ainsi que la longeur de l'anastomose, varient de la manière suivante:

Anastomose complexe.	Longueur du filet rectiligne de l'anastomose complexe.	Distance de l'épitrochlée au point d'union du filet rectiligne et du nerf Cubital.
1. cas	7 cm	$6^1/_2$ cm
2. „	7 „	$8^1/_2$ „
3. „	11 „	12 „
4. „	$8^1/_2$ „	$12^1/_2$ „
5. „	$7^1/_2$ „	11 „
moyenne sur 5 cas	8,20 cm.	10,10 cm.

Quant à l'anastomose en anse, son point d'union au Cubital est toujours plus rapproché de l'épitrochlée. Cette distance varie de 3 à 5 cm, que l'anse soit seule ou associée au filet rectiligne.

Les divers modes d'origine que nous avons signalés s'allient de préférence à certaines formes de l'anastomose. L'anastomose en anse simple présente seule une origine tout à fait fixe. Dans tous les cas nous avons vu cette anastomose naître du Médian avec le rameau du grand palmaire et du fléchisseur superficiel.

L'anastomose rectiligne, ainsi que l'anastomose complexe ont le plus souvent à leur origine la disposition décrite comme premier type plus fréquent que les autres; c'est à dire l'origine par un rameau unique qui se détache du Médian sous le rond pronateur et donne trois filets secondaires.

Valeur physiologique de l'anastomose antibrachiale. Relations de cette dernière avec l'anastomose palmaire.

Il eut été d'un grand intérêt de définir par des expériences la valeur physiologique de l'anastomose du Médian et du Cubital à l'avant-

bras. C'était la notre intention qu'encourageait d'ailleurs un détail donné par M. M. Arloing et Tripier [1]) dans leur mémoire sur les sections nerveuses.

Ces auteurs décrivent en effet chez le chien un rameau du Médian qui s'anastomose avec le Cubital sous le pli du coude. C'était notre anastomose antibrachiale; nous commencâmes par la rechercher, mais à notre grande surprise, il nous fut impossible de la trouver. Nous disséquâmes jusqu'à 15 chiens de races diverses sans voir aucun filet qui répondit à la description de M. M. Arloing et Tripier. Nous ignorons à qu'elle disposition ces auteurs font allusion.

A ce propos, nous devons ajouter incidemment, que dans nos dissections nous n'avons pas retrouvé pour l'innervation de la patte du chien la disposition figurée par M. M. Arloing et Tripier dans leur mémoire. Ces messieurs decrivent chez le chien une anastomose palmaire analogue a celle de l'homme. Nous avons pu en effet disséquer deux filets venant du Médian et du Cubital, et se perdant sur les vaisseaux de l'arcade palmaire, mais il nous a été impossible de les voir s'unir l'un à l'autre, même sur des dissections faits à la loupe. D'autre part il est dit aussi qu'à l'origine des espaces interdigitaux on voit s'unir au Cubital tous les rameaux du Médian sauf un, celui qui forme le collatéral interne de l'index et l'externe du pouce. Nous avons trouvé au contraire que ce dernier filet suit la disposition de tous les autres et qu'il s'unit au Cubital au delà de l'origine du collatéral du pouce; de sorte que, chez le chien, le nerf cubital contribue a l'innervation de tous les doigts, le pouce excepté. Cette fusion complète du Médian et du Cubital à la racine des doigts explique d'ailleurs l'absence d'anastomose palmaire.

Nous cherchâmes ensuite l'anastomose antibrachiale chez le chat, puis chez le lapin, mais sans plus de succès. Le mémoire de Gruber confirme ces résultats négatifs. Cet auteur qui a disséqué un grand nombre d'animaux n'a trouvé l'anastomose antibrachiale que chez certains singes [2]) tels qui les Cercopithèques, les Macaces et jamais chez aucun animal domestique. Des expériences physiologiques suivies devenaient donc impraticables.

[1]) Archives de physiologie. 1869.

[2]) Loc. cit. p. 519.

Dès lors la question pour nous se posait ainsi: Est il possible de determiner aproximativement la nature d'un filet nerveux par des considérations purement anatomiques? Il est évident que la chose est faisable dans les limités mêmes où le scalpel peut suivre un filet nerveux, car connaître les terminaisons d'un nerf c'est en limiter à peu près les fonctions.

Il faut ici distinguer nos deux formes d'anastomoses. Pour l'anastomose en anse simple les faits anatomiques nous semblent très-significatifs.

La présence constante de filets musculaires venant de la convexité de l'anse pour innerver le fléchisseur commun profond et parfois le fléchisseur superficiel, l'origine commune avec le rameau du grand palmaire, la terminaison de cette anse dans un gros rameau musculaire du Cubital, la persistance de ces filets musculaires dans toutes les formes les plus complexes d'anastomoses mixtes, tous ces faits nous permettent de conclure que l'anastomose en anse est formée principalement de filets moteurs venant à la fois du Médian et du Cubital et qu'elle a pour rôle de répartir entre ces deux nerfs l'innervation du fléchisseur commun profond.

Pour l'anastomose rectiligne les faits sont plus difficile à interpreter. Aucun filet émergeant de l'anastomose ne nous révèle sa valeur fonctionelle; c'est donc plus loin dans la main qu'il faut porter nos investigations, afin de voir si quelque irrégularité dans les terminaisons du Médian ou du Cubital ne coincide pas regulièrement avec l'apparition d'une anastomose à l'avant-bras. Nous pourrons ainsi établir une relation entre deux anomalies simultanées et peut-être déduire de l'une la nature de l'autre.

La première idée qui se présente est celle d'une relation entre l'anastomose palmaire et antibrachiale. Nous pensions à priori qu'il existait peut-être quelque rapport de suppléance entre l'anastomose de l'avant-bras et de la main. Nous nous hâtons de dire qu'il n'en est rien. Jamais dans aucun cas nous n'avons vu manquer l'anastomose de la main, elle existait 62 fois sur 62, avec ou sans anastomose à l'avant-bras. L'anastomose de l'avant-bras n'est pas, comme on serait tenté de le croire, l'anastomose de la paume reportée toute entière plus haut.

L'hypothèse précédente pouvait être renouvelée pour le filet palmaire cutané du Médian. Ici nos conclusions seront encore négatives. Le filet palmaire cutané manque parfois mais il manque aussi bien sur les bras avec anastomose que sans.

L'anastomose de l'avant-bras n'est donc pas d'avantage une branche du Médian déviée de son trajet normal.

Restaient les branches terminales du Cubital. D'abord nous pouvons affirmer avec toute certitude que l'anastomose rectiligne ne pénètre pas dans la branche postérieure, du Cubital. Cette branche nait a des hauteurs variables; sur un sujet nous l'avons vue se détacher du Cubital presque au $^{1}/_{3}$ supérieur de l'avant-bras. L'anastomose au contraire très-longue et très-oblique abordait le Cubital bien loin de l'origine de la branche postérieure et pouvait même par une legère dissociation être suivie près du poignet. L'anastomose pénètre à coup sûr dans l'une des branches palmaires du Cubital. Celles-ci, disséquées avec soin sur un grand nombre de sujets n'ont jamais présenté dans leur terminaison la moindre irrégularité coïncidant avec l'anastomose de l'avant-bras. En résumé nous dirons: L'existence d'une anastomose rectiligne au $^{1}/_{3}$ sup. de l'avant-bras n'apporte aucune modification, dans les territoires d'innervation du Médian et du Cubital à la main. L'anastomose antibrachiale dans sa forme rectiligne est sûrement destinée à la paume de la main et se termine dans les branches palmaires du Cubital.

L'anastomose de l'avant-bras nous conduit à la main, et nous sommes ainsi amenés à étudier de plus près l'anastomose palmaire. Celle-ci est bien plus compliquée que ne le disent les auteurs classiques. M. M. Arloing et Tripier sont les seuls qui aient signalé les filets vasculaires venant de cette anastomose; il existe en outre des filets cutanés destinés à la paume. Sur un grand nombre de mains nous avons constaté que l'anastomose palmaire, vers le milieu de son trajet, abandonne un filet qui se termine dans la peau et innerve aussi toute la région du creux de la paume située dans l'axe du 4ème doigt. Dans certains cas les terminaisons se révèlent encore mieux (Fig. IV). L'anastomose palmaire, au lieu de se perdre dans la 6ème branche du Médian, ne fait que s'unir à elle par quelques filets et l'accompagne à distance jusqu'au 3ème espace interdigital, pour se terminer par deux

divisions. L'une forme le collatéral palmaire externe de l'annulaire, l'autre se rend à la peau du 3ème espace interdigital et à la racine du 3ème doigt. Cette disposition n'est d'ailleurs qu'une anomalie par dissociation et se retrouve dans tous le cas, alors même que l'anastomose venue du Cubital se perd directement dans la branche voisine du Médian. En effet, la 6ème branche du Médian emet toujours des petits filets allant à la peau du 3ème espace interdigital et de la racine des doigts voisins. Or il suffit de suivre ces filets cutanés par une legère dissociation pour voir qu'ils se continuent directement avec l'anastomose, tandis qu'une autre division s'unit au collatéral externe de l'annulaire. Cette dissociation est parfois très facile, car les filets cutanés ne sont souvent que très lâchement unis au reste de la branche du Médian. On peut ainsi reproduire artificiellement une anomalie qu'on trouve toute faite ailleurs. Est-cela tout ce que renferme l'anastomose palmaire? Nous la croyons plus compliquée encore, surtout si nous nous resportons à certains cas d'anastomoses doubles plexiformes qui sont rares d'ailleurs, car nous n'en avons vu que 2 exemples sur 62 mains. Dans ces cas la disposition est la suivante (Fig. VI).

Des filets nerveux se détachent du Cubital et vont au Médian; les uns se perdent dans la branche du Médian, les autres se ramifient, s'unissent diversement entre eux et se terminent dans la peau au niveau de la racine du médius. Du Médian partent des filets nerveux allant en sens inverse vers le Cubital, ils s'unissent entre eux et aux précédent et se terminent partie dans la branche du Cubital, partie dans la peau à la racine du 4ème doigt et dans le 4ème espace interdigital. D'autre fois l'anastomose un peu moins compliquée présente en résumé les mêmes dispositions. Deux filets, venus du Cubital et du Médian, s'entrecroisent et forment ainsi deux anses tangentes par leur convexité dont l'une emet des filets allant à la racine du médius et de l'annulaire (Fig. V). En résumé, il existe des mains qui présentent une anastomose double et croisée, dont les filets cutanés sont disposés de manière que la racine du médius est innervée par le Cubital, et la racine de l'annulaire par le Médian. Cette disposition est-elle purement accidentelle? Nous ne le croyons pas; mais nous pensons que l'anastomose double entrecroisée n'est qu'une forme particulière d'une

disposition anatomique constante. En effet, nous avons dit plus haut, qu'une dissociation artificielle permet de retrouver sur l'anastomose palmaire la plus simple d'apparence, les filets cubitaux allant à la peau au niveau de la racine du médius et du 3ème espace interdigital. — D'autre part, nous avons pu isoler de même dans un cas d'anastomose (Fig. VII), simple un filet venant de la peau qui répond a la racine de l'annulaire et se terminant dans l'anastomose palmaire. Nous avons ainsi (Fig. VII bis) reproduit artificiellement l'aspect d'une de nos anastomoses doubles entrecroisées. De tous ces faits nous croyons pouvoir déduire que l'anastomose palmaire est toujours double et entrecroisée et que les faits d'entrecroisement visible résultent d'une dissociation accidentelle des filets qui dans la règle sont réunis en un seul tronc.

Reportions-nous maintenant à l'anastomose antibrachiale. Si nous la considérons non plus isolement, mais associée à l'anastomose palmaire, nous voyons que cette association établit en somme une double union entre les deux troncs nerveux de l'avant bras; union effectuée par des rameaux qui anatomiquement parlant marchent en sens inverse et s'entrecroisent à distance, formant un système analogue à l'entrecroisement normal des fibres de l'anastomose palmaire.

Cette analogie anatomique s'accentue encore d'avantage par ce fait, que l'anastomose de l'avant-bras ne modifie en rien la distribution du Médian et du Cubital à la main; ce qui prouve qu'elle n'imprunte au Médian ni ne donne au Cubital aucun filet qui n'y soit contenu à l'état normal. Nous sommes ainsi amenés à formuler l'hypothèse suivante:

L'anastomose de l'avant-bras, dans sa forme rectiligne, oblique ou transverse, renferme une partie de l'anastomose palmaire dedoublée et rejetée au delà de son origine normale. A côté de fibres nerveuses dont la terminaison nous reste inconnue, l'anastomose de l'avant-bras contient sans doute des filets destinés à la peau de la racine du 4ème doigt, et du 4ème espace interdigital; c'est à dire analogues des filets nerveux de même direction qui dans les cas ordinaires sont renfermés dans l'anastomose palmaire.

Conclusions:

Des recherches exposées dans le présent mémoire nous croyons pouvoir tirer les conclusions suivantes:

1) Il existe au $^1/_3$ supérieur de la face antérieure de l'avant-bras une anastomose entre le Médian et le Cubital: on la trouve 292 fois sur 1000 sujets, c'est-à-dire environ 1 fois sur 3 à 1 fois sur 4. Le coefficient de fréquence est compris entre $^1/_4$ et $^1/_3$. Cette anastomose est donc réellement fréquente.
2) L'anastomose de l'avant-bras prend trois formes anatomiquement distinctes dont deux sont primitives. C'est l'anastomose rectiligne oblique ou transverse et l'anastomose en anse. La troisième forme dérive d'une combinaison des deux précédentes. Elle comprend les formes les plus variables et les plus compliquées (anastomoses plexiformes), mais laisse toujours reconnaître les deux formes primitives que la constituent.
3) Il existe à l'avant-bras deux anastomoses physiologiquement distinctes. L'anastomose en anse est surtout motrice car elle donne toujours des filets au chef moyen du fléchisseur commun profond et aux deux chefs internes.

   Cette anastomose a pour rôle de soumettre le fléchisseur commun profond à une innervation mixte venant du Médian et du Cubital.

   L'anastomose rectiligne oblique et transverse est une anastomose sensible dont les filets aboutissent aux branches palmaires du nerf cubital.

   Il est probable que cette anastomose renferme les filets nerveux destinés à la peau du 4ème espace interdigital et de la racine du 4ème doigt.

Bibliographie.

Ph. Fr. Blandin, Nouveaux Éléments d'Anatomie descriptive. 6ème édit. T. II. Paris. 1836. p. 169.
Aug. Carl Bock, Die Rückenmarksnerven. Leipzig. 1827. p. 569.
J. Cloquet, Manuel d'anatomie descriptive. p. 352.
H. Cloquet, Traité d'anatomie descriptive. Tome II. p. 169.
Gegenbaur, Lehrbuch der Anatomie des Menschen. p. 877.
W. Gruber, Archiv für Anatomie u. Physiologie von Reichert u. Du Bois-Reymond. 1870. p. 501.
Hirschfeld, Névrologie ou Iconographie du système nerveux. p. 156.
Alb. Haller, Elementa Physiologiae. Tomus IV. Lausannae. 1766. p. 247.
W. Krause et Telgmann, Anomalies des nerfs chez l'homme, traduct. Laharpe. p. 45.

W. Krause, Handbuch der menschlichen Anatomie. Bd. III. p. 208.
Jac. Joh. Klint, De Nervis brachii. Gottingae. 1784.
Letiévan, Mémoire sur les sections du Médian. Communiqué à la Société de Chirurgie.
R. Martin, Institutiones Neurologicae seu de Nervis corporis humani tractatio. Ed. II. Cat. sect. Holmiae et Lipsiae. 1781. Ed. I. Stockholm. 1763. p. 213. 247.
J. C. A. Mayer, Beschreibung des ganzen menschlichen Körpers. Bd. 8. Berlin. 1794. p. 280.
J. Swan, Névrologie ou descript. anat. des nerfs du Corps hum. Trad. angl., avec addit. par E. Chassaignac. Paris. 1838. p. 94—200.
Sömmerring, Vom Bau des menschlichen Körpers. T. V. Abt. I. Frankfurt. 1800. p. 284.
Savy et Audibert, Bulletin de la Société des conf. anat. de Lyon.
Verchère, Progrès et union médicale. 1883.

Explication de la pl. XV.

Légende commune aux trois fig. de l'avant-bras Fig. I, II et III.

C Nerf Cubital.
M Nerf Médian.
Ao Anastomose rectiligne oblique.

Fig. I. *1* Filet du fléchisseur commun profond allant aux chefs externes et moyen, index, médius.
2 Nerf interosseux.
3 Filet du fléchisseur propre du pouce.

Fig. II. *A N* Anastomose en anse donnant:
α filet des deux chefs internes du fléch. com. prof. 4ème et 5ème doigt.
β filet du chef moyen. Médius.
P rameau du grand palmaire.

Fig. III. *1'* filet au chef externe du fléchisseur commun profond.
1 filet qui s'enfonce entre le chef externe et moyen; se distribue aux deux.

Fig. IV, V, VI, VII et VII bis.

Légende commune à ces figures — la fig. VII bis n'est que la fig. VII dissociée.

C Nerf Cubital.
M Nerf Médian.
CIP Collatérale interne du petit doigt.
CEP Collatérale externe du petit doigt.
CIA Collatérale interne de l'annulaire.
CEA Collatérale externe de l'annulaire.
CIM Collatérale interne du Médius.
A N Anastomose palmaire.
α filets cutanés à la peau de la région palmaire qui répond à la racine du Médius.
β filets cutanés à la peau qui répond à la racine de l'annulaire.
γ filet cutané à la commissure entre le 4ème et 5ème doigt.
δ filet cutané à la racine du 5ème doigt.
p filet cutané allant au milieu de la paume.
1 trois filets du Médian contribuant à former l'anastomose.

Neurologische Untersuchungen an Selachiern

von

Dr. A. D. Ónodi,

I. Assistenten am anat. und embryologischen Institut zu Budapest.

(Mit Taf. XVI.)

I. Die Vagusgruppe.

a. Resultate.

Als Untersuchungsmaterial dienten die folgenden Elasmobranchier-exemplare:

Carcharias menisorrha, glaucus und lamnia.. Galeus vulgaris. Mustelus laevis. Lamna cornubica. Alopias vulpes. Hexanchus griseus. Heptanchus cinereus. Scyllium catulus und canicula. Pristiurus melanostomus. Acanthias vulgaris. Centrophorus granulosus. Squatina angelus. Seymnus lichia. Rhinobates columna. Torpedo marmorata und occellata. Raja asterias. Dasybatis clavata. Laeviraja oxyrhynchus. Trygon violacea und pastinaca. Myliobatis aquila.

Ich legte bei meinen Untersuchungen auf das Vorhandensein und die Bestimmung der sogenannten vorderen Vaguswurzeln grosses Gewicht, weiterhin auf das Verhältnis zwischen dem Ramus intestinalis n. vagi und den oberen Spinalnerven. Was den ersten Punkt betrifft, so habe ich unter den schon erwähnten Fischen nur an drei und zwar an den Exemplaren des Hexanchus, Heptanchus und Lamna cornubica in dem Gebiete des Nervus vagus vordere oder ventrale Wurzeln gefunden. Die beim Hexanchus griseus vorkommenden vorderen Wurzeln

[1]) Die Untersuchungen wurden am ungarischen Tisch der zoologischen Station zu Neapel während eines zweimaligen Aufenthaltes daselbst ausgeführt.

habe ich, was den intracraniellen Verlauf anbetrifft, genau so angetroffen, wie dieselben bekanntlich beschrieben sind.

Fig. 1 der Taf. XVI zeigt, dass in der unteren Hälfte des Vagusgebietes auf beiden Seiten symmetrisch drei vordere Wurzelpaare auftreten und jedes derselben durch einen besonderen Kanal die Schädelhöhle verlässt. Die Wurzelpaare vereinigen sich in der Ursprungshöhe des ersten Spinalnerven zu einem Stamme, welcher sich sodann den folgenden oberen Spinalnerven anschliesst.

Meines Wissens waren diese Verhältnisse beim Heptanchus cinereus bisher unbekannt. Es ist mir gelungen bei vielen Exemplaren beständig drei vordere Wurzelpaare constatieren zu können, die durch besondere Kanäle die Kopfhöhle verliessen. In einem Falle habe ich auf der einen Seite zwei vordere Wurzeln durch einen Knorpelkanal austreten sehen. Die vorderen Wurzeln schlossen sich, einen Nervenstamm bildend, den oberen Spinalnerven an.

Bei Lamna cornubica habe ich im Vagusgebiete nur ein vorderes Wurzelpaar gefunden, welches sich mit den folgenden Spinalnerven verband.

Das Schicksal dieser im Vagusgebiete entstehenden vorderen Wurzeln betreffend, so ist es mir gelungen, nachzuweisen, dass dieselben an der Innervierung der ventralen Längsmusculatur teilnehmen. An einem kurzen Hexanchuskopf habe ich die betreffenden Wurzeln nur mit den oberen drei Spinalnerven in einem Stamme auffinden können. Beim Heptanchus, wo ich dieselben Verhältnisse gefunden habe, fand ich den für die ventrale Längsmusculatur bestimmten Nervenstamm ausser den drei Wurzeln aus den vier oberen Spinalnerven und aus einem Verbindungsfaden vom fünften Spinalnerven zusammengesetzt. Derselbe Stamm, welcher bei Lamna cornubica zur ventralen Längsmusculatur sich begiebt, besteht aus einer ventralen Wurzel und den acht oberen Spinalnerven. Ueber die Bedeutung dieser Wurzelpaare will ich in einem folgenden Aufsatze sprechen.

Höchst interessant sind jene Verhältnisse, welche ich zwischen dem Ramus intestinalis n. vagi und den oberen Spinalnerven gefunden habe. Vordere Wurzeln im Vagusgebiete habe ich ausser den erwähnten Fischen trotz sorgfältigster Nachforschung bei keinen anderen angetroffen. Bei drei Fischen jedoch, und zwar bei Scyllium catulus

und canicula sowie bei Acanthias habe ich bei Nichtvorhandensein der vorderen Wurzeln eine sehr innige Verbindung zwischen dem Ramus intestinalis n. vagi und den oberen Spinalnerven beobachtet. Wie Fig. 2 zeigt, schliesst sich der die oberen Spinalnerven enthaltende Stamm in der Höhe des Abganges des fünften Ramus branchialis dem Ramus intestinalis vagi, in einer 1 cm langen Linie an. Fig. 3 zeigt dieselben Verhältnisse. Bei einigen Scylliumexemplaren waren diese Verbindungen nicht vorhanden, aber trotzdem standen die oberen Spinalnerven mit dem Vagus in Verbindung. So, wie Fig. 4 zeigt, entsprang in der Höhe des vierten Kiemennerven vom Vagus ein feiner Nervenfaden, welcher sich mit dem Stamme der oberen Spinalnerven verband. In einem anderen Falle (Fig. 5) ging der Verbindungszweig 1 cm unter dem Ursprunge des fünften Kiemennerven aus dem Vagus hervor. Fig. 6 zeigt einen Fall, wo die Anlagerung vorhanden war und erst nach der Isolierung vom Ramus intestinalis n. vagi zwei Verbindungszweige zu den oberen Spinalnerven zu finden waren. In einem Falle war trotz der Anlagerung keine Verbindung zu sehen.

Die vier oder fünf oberen Spinalnerven bilden, vom Vagus ein oder zwei Bündel aufnehmend, einen gemeinsamen Stamm, dessen Bestimmung die Innervation der ventralen Längsmusculatur ist. Ausser diesen, d. h. dem M. coracomandibularis und M. coracohyoideus, versorgt ein Zweig bei Scyllium catulus den M. constrictor superficialis. Der zur ventralen Längsmusculatur strebende Stamm geht Verbindungen ein mit den zur vorderen Extremität gehörenden folgenden Spinalnerven.

Bei Scyllium canicula, wie Fig. 7 zeigt, waren die Anlagerung und Verbindung auch vorhanden.

Bei Acanthias vulgaris (Fig. 8) schlossen sich die oberen Spinalnerven ein halbes Centimeter lang dem Ramus intestinalis n. vagi an

Wie wir gesehen haben, wird der die ventrale Längsmusculatur versehende Stamm aus einer verschiedenen Anzahl von oberen Spinalnerven gebildet. So in vollem Gegensatze mit den Daten Vetter's, wonach der vereinigte erste und zweite Spinalnerv die ventralen Längsmuskeln versorgt, finde ich bei Hexanchus und Heptanchus drei vordere Wurzeln und die vier oberen Spinalnerven, bei Lamna cornubica eine vordere Wurzel und die acht oberen Spinalnerven, bei Scyllium

catulus einen Zweig des Ramus intestinalis n. vagi und die fünf oberen Spinalnerven, bei Scyllium canicula einen Zweig des Ramus intestinalis n. vagi und die drei oberen Spinalnerven, bei Acanthias einen Zweig des Ramus intestinalis n. vagi und die fünf oberen Spinalnerven und endlich bei Carcharias glaucus die oberen elf Spinalnerven, welche den zur Innervierung der ventralen Längsmusculatur bestimmten Nervenstamm bilden.

Mit der kritischen Beleuchtung dieser Thatsachen und der hierauf bezüglichen Ansichten und Daten der Autoren werde ich mich in einem folgenden Aufsatze eingehend beschäftigen.

Die Wurzeln des Vagus verlassen grösstenteils durch einen Kanal die Schädelhöhle, bei Scymnus lichia aber treten sie durch zwei nebeneinander liegende Knorpelkanäle. Die Wurzeln convergieren grösstenteils in zwei ungleichen Bündeln; gewöhnlich ist das untere stärker, manchmal jedoch das obere, wie bei Dasybatis clavata, wo dasselbe von acht Wurzeln gebildet wird. Charakteristisch ist die oberste Vaguswurzel, welche im Gebiete des Glossopharyngeus hinter demselben entspringt und sich hinter die übrigen Vaguswurzeln begiebt, so dass sie sich zu diesen in einer ausgesprochen dorsalen Lage befindet. Bei Myliobatis sind die einzelnen Kiemennerven ausserhalb der Schädelhöhle mit einem Ganglion versehen; die oberste Wurzel bildet, hinter den übrigen verlaufend, den Stamm des Ramus intestinalis und lateralis n. vagi und besitzt kein makroskopisches Ganglion.

Noch schöner kann man bei Mustelus, wie Fig. 9 zeigt, beobachten, dass die Kiemennerven mit einem scharf umschriebenen spindelförmigen Ganglion versehen und ihre Wurzeln bis zur Medulla oblongata isolierbar sind. Hinter diesen Wurzeln verläuft die oberste, welche jedoch kein makroskopisch sichtbares, sondern ein zwischen ihre Nervenfasern eingesprengtes Ganglion besitzt und den Ramus lateralis und Ramus intestinalis n. vagi liefert. Bei Dasybatis clavata zeigt der zweite und dritte Kiemennerv eine flache spindelförmige Anschwellung.

Erklärung der Taf. XVI.

Fig. 1. Ventralansicht der Medulla oblongata eines Hexanchus griseus.
- *M* Verlängertes Mark.
- *IX* Glossopharyngeus.
- *X* Vagus.
- *v W* Vordere Wurzeln.
- *I sp* Erster Spinalnerv.

Fig. 2. Scyllium catulus.
- *V* Vagus.
- *II, III, IV, V* Kiemennerven.
- *r l* ramus lateralis.
- *r l* ramus intestinalis.
- *sp* Spinalnerven.
- * Verbindung.

Fig. 3. Scyllium catulus.
- *V* Vagus.
- *IV, V* Kiemennerven.
- *r i* ramus intestinalis.
- *sp* Spinalnerven.
- * Verbindung.

Fig. 4. Scyllium catulus. Bezeichnungen wie in Fig. 2. *x* Verbindungszweig

Fig. 5. Scyllium catulus. * Verbindungszweig.

Fig. 6. Scyllium catulus. ** Verbindungszweige. Osmiumpräparat.

Fig. 7. Scyllium canicula.

Fig. 8. Acanthias vulgaris.

Fig. 9. Mustelus laevis. *a* ventrale, *b* dorsale Ansicht des Vagusgebietes.
- *r. br* Rami branchiales.
- *Ri l* Stamm des Rr. intestinalis und lateralis.

Referate

von

W. Krause.

W. Waldeyer, *Medianschnitt einer Hochschwangeren* bei Steisslage des Fötus nebst Bemerkungen über die Lage- und Formverhältnisse des Uterus gravidus nach Längs- und Querschnitten. 8⁰. 26 S. Mit 3 Holzschn. und Atlas in Querfolio von 5 Tafeln (wovon eine chromolithographiert). 1886. Bonn, Max Cohen u. Sohn.

Die prachtvoll ausgestattete Monographie des Berliner Anatomen ist R. Heidenhain zu dessen 25jährigem Jubiläum gewidmet. Die Abbildungen stellen — ausser einigen Horizontalschnitten durch den unteren Teil des Rumpfes — Medianschnitte einer 38jährigen Hochschwangeren dar, die ihre Niederkunft in einigen Tagen erwartete; sie hatte bereits 9 Kinder geboren. Der Tod erfolgte in Folge eines Eisenbahnunglückes durch Verblutung, das untere Beckenende und der Anus waren verletzt. Die Leiche lag 10 Tage in einer Mischung von Eis und Kochsalz, wurde in der Medianebene durchsägt und in 95procentigem Alkohol von 0° erfolgte die Härtung.

Abgesehen von zahlreichen auf den Schwangerschaftszustand sich beziehenden Bemerkungen giebt Waldeyer seine gewichtige Stimme in nicht wenigen Fragen über die normale Topographie der hauptsächlichsten Eingeweide etc. ab. Hieraus resultieren sowohl eine Correctur mancher Angaben der Hand- und Lehrbücher für normale Anatomie, als Bereicherungen unserer Kenntnisse im Allgemeinen. Hier kann nur hingedeutet werden auf die mehr gestreckte Haltung der Brust-Lendenwirbelsäule bei Hochschwangeren, einen dorsoventral gestellten compacten Knochenkern im Körper des Epistropheus, die Configuration der Schädelbasis, das Ostium pharyngeum der Tuba Eustachii, die Lage der Mitte des Zungenbeinkörpers in der Höhe der Synchondrose zwischen drittem und viertem Halswirbel, die Art der Verbindung der Epiglottis mit der Zungenwurzel und dem Os hyoideum. Das Lumen des Pharynx gabelt sich im Bereich des Kehlkopfes nach rechts und links, um im Bereich des Oesophagus wieder zu einem Raume zusammenzufliessen: so werden Speisen und Getränke im Schlundkopf nicht genau die Medianebene während ihrer Passage einhalten. Im Herzbeutel zeigt sich ein auf dem Medianschnitt dreieckiger, mit Liquor

pericardii gefüllter, spitz nach vorn und unten gegen die Wurzel des Processus xiphoideus verlaufender *Sinus pericardii inferior*. In das Lumen der Aorta adscendens ragt in der rechten Körperhälfte ein Längswulst, *Torus aorticus*, hervor, der von einer starken Fettanhäufung bedingt wird. Die Thymus ist in einem ansehnlichen Reste erhalten; die Leber nur in sehr geringer Ausdehnung getroffen, mit ihrem vorderen Rande in Folge der Schwangerschaft aufwärts gehoben.

Aus dem Mitgeteilten erhellt wenigstens, in wie vielen Beziehungen das Werk nicht nur für den Anatomen, sondern auch für Physiologen und Praktiker wie Gynaekologen, Laryngoskopiker u. s. w. interessant erscheint. Wie sehr die verbesserten Untersuchungsmethoden auf unsere topographisch-anatomischen Anschauungen einzuwirken beginnen, davon liegt hier wiederum ein hellleuchtender Beweis vor.

J. Heiberg, Schema der Wirkungsweise der Hirnnerven. Ein Lehrmittel für Aerzte und Studierende, in Farbendruck dargestellt. 8o. 2 Seiten u. 2 Chromolithographieen. 1885. Wiesbaden, bei J. F. Bergmann. — 1 Mk. 60 Pf.

In ausserordentlich übersichtlicher Weise auf zwei farbigen Druckseiten hat der Verfasser die complicierten Functionen der Hirnnerven zur Anschauung gebracht. Es sind ja zum Teil physiologische, durch das Experiment erwiesene Thatsachen, um die es sich handelt, denn die Hirnnerven sind nur Strassen oder Bahnen, in denen Fasern sehr verschiedener Herkunft und Function verlaufen. Um so wichtiger war es, auf einem technisch nicht ganz leicht durchführbaren Wege die verschiedene Wirkungsweise gleichsam plastisch hervortreten zu lassen. Rot sind die Organe, z. B. Augenmuskeln, gedruckt, die von motorischen Nerven versorgt werden; gelbbraun ist für die sensitiven, blau für die specifischen Nerven, z. B. den Olfactorius, verwendet. Auch bei Lampenlicht markieren sich die Farbentöne in angenehmer Weise. Das kleine und billige Hülfsmittel kann zum allgemeinen Gebrauch auf's Wärmste empfohlen werden.

C. Giacomini, Topografia del Cuore. 8o. 38 p. con 6 fig. 1886. Torino, Unione tipografico-editrice.

Die topographische Anatomie des Herzens und seiner einzelnen Abteilungen, ihre gegenseitige Lage, im Thorax und zu den Nachbarorganen, ist schon oft der Gegenstand von Untersuchungen gewesen, ohne zu ganz befriedigendem Abschlusse zu führen. Verf. hat die Gefriermethode in consequenter Weise angewendet und die ausführlichen, durch Abbildungen erläuterten Schilderungen der einzelnen Durchschnitte lassen an Verständlichkeit nichts zu wünschen übrig.

E. Klein, Grundzüge der Histologie. Deutsche autorisierte Ausgabe nach der vierten englischen Auflage bearbeitet von A. Kollmann in Leipzig. 1886. Kl. 8°. 418 Seiten. Mit 181 Holzschn. Leipzig, Arnoldi'sche Buchhandlung.

Der Uebersetzer dieses verbreiteten englischen Compendium hat die Terminoogie der von deutschen Anatomen angenähert, auch hier und da einige Modificationen n der Auffassung eintreten lassen. Die in englischer Manier ausgeführten Holzschnitte sind diejenigen des Originals. Im Ganzen bietet die Uebersetzung eine dankenswerte Bereicherung der deutschen Litteratur. In didactischer Beziehung erscheint erwähnenswert, dass die Darstellung folgerecht mit dem Säugerei beginnt.

A. Garbini, Guida alla bacteriologia. 8°. 146 p. Con 34 fig. 1886. Verona, H. F. Münster.

Die Bacteriologie ist eine besondere Wissenschaft geworden: in Berlin ist als Dependenz des pathologischen Institutes von Virchow eine besondere bacteriologische Abteilung gegründet worden. Nach Garbini ist das wissenschaftliche Alter dieses mächtig wachsenden Zweiges der allgemeinen Pathologie auf etwa 25 Jahre anzusetzen und von Pasteur's Arbeiten her zu datieren. Die Bacteriologie schafft nicht nur eine specielle Aetiologie (patogenia) und vollkommen neue Hygiene, sondern bildet eine Wissenschaft für sich; indem sie die Resultate der Mykologie, pathologischen Anatomie und Histologie, der Physiologie und physiologischen Chemie mit einigen Thatsachen der Symptomatologie, der präventiven Therapie und der Hygiene verbindet, entsteht eine in sich geschlossene Kette.

Der Verfasser bietet durch sein Compendium Anleitung zum Studium dieser interessanten Disciplin. Nach Aufzählung der Utensilien und Reagentien werden die mikroskopische Technik der Bacteriologie, die Cultur der Schizomyceten, das specielle analytische Verfahren für die Untersuchung der Luft, des Wassers, der Erde und der tierischen Körper auf Bacterien ausführlich geschildert.

Im letzten Abschnitt giebt der Verfasser eine specielle botanische Charakterisierung der einzeln aufgezählten Schizomyceten. Unter den Sphaerobacterien oder Micrococcen giebt es 21 pathogene Arten, unter den Microbacterien oder eigentlichen Bacterien deren 2, unter den Desmobacterien oder Bacillen deren 11, unter den Spirobacterien oder Spirillen 1 — in Summa 35. Es bleibt freilich zu fragen, ob alle diese Arten einer eingehenden Kritik Stand halten werden (Ref.).

Der Verfasser giebt (leider ohne Jahreszahlen) nebenbei eine sehr interessante Uebersichtstabelle, worin auch die Entdecker der verschiedenen pathogenen Bacterienspecies angegeben sind; nur beim Cholerabacillus wird neben Pacini das Jahr 1854 aufgeführt. Vielleicht kommt bald die Zeit, wo alle die Gelehrten der verschiedenen Nationen einsehen, man könne der Wissenschaft auf bessere Art dienen, als durch das Bemühen, die Leistungen der eigenen Landsleute zum Ausgange von Prioritätsstreitigkeiten zu machen. Wenn das in politischen Blättern geshieht, hat es eine andere Bedeutung, denn Niemand wird bezweifeln, dass es dem penny-a-liner

herzlich gleichgültig an sich ist, ob Dieser oder Jener einen Pilz zuerst gesehen hat. Hat man je von nationalen Streitigkeiten zwischen Physikern verschiedener Idiome gehört? Aber in der Medicin sind manche Subjectivitäten erst noch abzustreifen, worin die an Arbeitern reichen Nationen einen guten Anfang machen sollten.

Die Ausstattung des kleinen Werkes, sowie die Auswahl der Holzschnitte kann Ref. nur rühmend hervorheben. Vielleicht sieht sich die Verlagshandlung bei einer zweiten Auflage veranlasst, Abbildungen des Aussehens der Culturen verschiedener wichtigerer Bacterien hinzuzufügen.

Don Santiago Ramón y Cajal, Estudios sobre el microbio virgula del Cólera y las inoculaciones profilácticas. 1885. 8°. 108 p. y ocho lam. Zaragoza, Hospizio provincial.

Obgleich die pathologischen Störungen, welche tierische oder pflanzliche Parasiten beim Menschen hervorrufen, dem Rahmen der Monatsschrift eigentlich fremd sind, mag doch eine Ausnahme in betreff einer Arbeit gestattet sein, welche die Cholera des Jahres 1885 in Spanien und den Kommabacillus erörtert. Der Verfasser kommt zu folgenden Conclusionen:

1. Es ist sehr wahrscheinlich, dass der von Koch in den Dejectionen der Cholerakranken entdeckte Kommabacillus die specifische Ursache der Cholera darstellt.
2. Der Kommabacillus von Koch muss als eine Bacterie betrachtet werden, die zur Familie der Spirillen gehört, welche der Sporen oder einer resistenzfähigen Form entbehrt und sich durch fissipare Teilung vermehrt. Der complicierte von Dr. Ferran beschriebene Vermehrungsprocess konnte nicht bestätigt werden.
3. Die Cholera-erzeugenden Eigenschaften des Kommabacillus konnten nicht vollständig an Tieren bestätigt werden. Die Experimente mit Injection in das Duodenum von Meerschweinchen sind verschiedener und entgegengesetzter Auslegungen fähig.
4. Die subcutanen Injectionen in kleiner Dosis von Reinculturen des Kommabacillus sind den Tieren wie den Menschen ungefährlich. In grossen Dosen bringen sie eine eigentümliche Infection hervor, welche rasch zum Tode führen kann, aber nicht die Fundamentalerscheinungen der Cholera zeigt.
5. Die mit Kommabacillen durch subcutane Injection geimpften Tiere sind geschützt gegen die Wirkungen der doppelten Dosis. Indessen scheint die vorbeugende Wirkung nicht allgemein zu sein und es ist nicht bewiesen, dass sie sich auf den Darm ausdehnt resp. das Wachstum der auf natürlichem Wege eingedrungenen Cholerakeime verhindert.

Die Tragweite der unter 4 u. 5 aufgestellten Sätze ist offenbar eine bedeutende (Ref.). Indem diese Sätze den Stab über die behaupteten praktischen Erfolge von Präventivimpfungen bei der Cholera brechen, lassen sie der für die Theorie gewiss interessanten Erkenntnis Raum, dass die einmal überstandene Einimpfung, wie bei so manchen Infectionskrankheiten, den Boden für eine zweite Impfung in unverkennbarer Weise verschlechtert.

Manuel Carmona y Valle (professeur de la clinique interne à la Faculté de Médecine de Mexico), Leçons sur l'étiologie et la prophylaxie de la fièvre jaune. Avec une préface par D. Eduardo Liceaga, 2 chromolithographies et 6 photographies. 1885. XII et 290 pp. 8°. Mexico. Impr. du Ministère des travaux publics.

Das Werk giebt Vorträge wieder, die 1884 auf der medicinischen Klinik zu Mexico, welche der Verf. dirigiert, von letzterem gehalten wurden. Die Ursache des gelben Fiebers sucht derselbe in mikroskopischen Körnchen von rundlicher oder eiförmiger Gestalt, gelblicher Farbe, wechselnder Grösse, die von 0,001 mm bis zu einem die rothen Blutkörperchen übertreffenden Durchmesser schwankt. Diese Körnchen haben eine oscillatorische Eigenbewegung, ferner Neigung, sich zu je zwei zu vereinigen; sie finden sich als Bodensatz im Harn, ferner im Blut, in Vesicatorblasen der Haut und in den Blutgefässen der Leber. Obgleich sie grosse Aehnlichkeit mit Fäulnisbacterien darbieten, sah man jedoch, dass sie sich im Harn nach mehreren Tagen vergrössern, eine mehr rötliche Farbe annehmen und schliesslich zu grösseren pflanzlichen Zellen von 0,024 mm Durchmesser heranwachsen, die einer Mucedo-Art angehören, welche ihrerseits sich wieder in eine Peronospora umändert. Mit jenem Bodensatz des Harns wurden nach Eintrocknung desselben 532 Personen, wovon 380 Soldaten waren, geimpft; dieselben wurden von Mexico nach Veracruz transferiert, wo das gelbe Fieber herrschte. Es erkrankten binnen 5 Monaten 7 %, während von 173 nicht-geimpften Sträflingen 42 % die Krankheit bekamen.

Die von einem Dilettanten bei 1000facher Vergrösserung angefertigten Photographieen lassen ausser Diffractionserscheinungen nicht viel erkennen. — Bei den angeführten Züchtungsversuchen handelt es sich begreiflicherweise nicht um Reinculturen, ebenso scheint die Molecularbewegung von jener nicht näher geschilderten oscillatorischen Eigenbewegung wenig verschieden zu sein. Ob man danach auf die prophylaktische Impfung mit eingetrockneten Harnsedimenten noch Vertrauen setzen darf, steht dahin; der Verf. selbst drückt sich darüber einigermaassen reserviert aus.

Die Ausstattung des dem Präsidenten der Republik Mexico, Porfirio Diaz, gewidmeten Buches lässt nichts zu wünschen übrig.

B. Solger, Ueber die Bedeutung der Linea semicircularis Douglasii. Aus d. anat. Institut zu Halle. Morphologisches Jahrbuch 1885. S. 102—111. Mit 1 Holzschn.

Die Linea semicircularis Douglasii ist die mehr oder weniger scharf ausgesprochene Grenze, bis zu welcher die Aponeurose des M. transversus abdominis und das hintere Blatt der Aponeurose des M. obliquus internus in energische, active und passive Spannung — letzteres bei der Inspiration — versetzt werden kann.

L. Dalla Rosa, Das postembryonale Wachstum des menschlichen Schläfemuskels und die mit demselben zusammenhängenden Veränderungen des knöchernen Schädels. 1886. 196 S. und 23 chromolithographierte Tafeln. Stuttgart, Enke. — 16 Mk.

L. Dalla Rosa erörtert in dieser sehr sorgfältig gearbeiteten Monographie das Wachstum des M. temporalis vom Neugeborenen bis zum Erwachsenen und die sog. Hyrtl'schen Schläfelinien: die Linea temporalis superior und inferior. Es wird gezeigt, dass schon Vesal, Lucae, Ecker die beiden Linien abgebildet haben, dass Schwegel (1861) zehn Jahre vor Hyrtl die zweite, obere Schläfelinie bestimmt unterschieden hatte, während A. Retzius (1845) wenigstens das hintere Endstück der Linie richtig als doppelt erkannt hatte. Die vergleichend-anatomische Kenntnis rührt in betreff der Anthropoiden von Bischoff her, die Arbeiten von H. von Ihering und Joseph sind bekannt; erwähnenswert ist noch, dass der Verfasser einen vollständigen Auszug aus der nur in ungarischer Sprache erschienenen Abhandlung Török's (1879) deutsch mitteilt. — Druck und Ausstattung sind vortrefflich.

K. Bardeleben, Zur Morphologie des Hand- und Fussskelets. Sitzungsber. der Jenaischen Gesellsch. für Medicin u. Naturwiss. 15. Mai. 1885. Sep.-Abdr. 4 S. 8°. — Vergl. auch Tageblatt der 59sten Versammlung deutscher Naturforscher u. Aerzte in Berlin (1886)

Bardeleben constatiert eine tibialwärts vom Hallux liegende Zehe, *Praehallux,* bei Monotremen, Beuteltieren, Edensaten, Carnivoren, Nagern, Insectivoren und Affen (Mycetes). Bekanntlich hatte Ref. (1868) eine solche beim Kaninchen beschrieben und später (1880) es wahrscheinlich zu machen gesucht, dass auch die grosse Zehe des Menschen einer Verschmelzung von zwei Digitalstrahlen ihre Entstehung verdanke, wonach also der Mensch die Anlage von *sechs* Zehen besitzen würde. Bardeleben fand ferner einen *Praepollex* bei Edentaten, Halbaffen, Nagern, Carnivoren, Insectivoren, Fledermäusen und Affen; macht auch auf die sechsfingrigen (resp. siebenfingrigen) Menschen aufmerksam. Ref. möchte noch an eine Abbildung von Schenk vom menschlichen Embryo mit zahlreichen Digitalstrahlen der Hand erinnern.

Th. Kölliker, Zur Odontologie der Kieferspalte bei der Hasenscharte. Biologisches Centralblatt. 1885. Bd. V. Nr. 12. S. 371—373. Mit 1 Holzschn.

Albrecht hatte angegeben, dass am lateralen Rande der Hasenschartenkieferspalte niemals der Eckzahn stehe, wie es die alte Theorie verlangt, sondern stets der laterale (praecanine) Incisivus. Ist ein überzähliger Schneidezahn vorhanden, so ist dies ein im Zwischenkiefer atavistisch auftretender Schneidezahn, denn ursprünglich besitzt auch der Mensch sechs Schneidezähne.

Th. Kölliker giebt nun die Abbildung eines Gipsabgusses, welcher von einem 24jährigen, mit Wolfsrachen und Hasenscharte behafteten Mädchen genommen ist. Die Spalte geht zwischen Oberkiefer and lateralem Zwischenkieferbein hindurch; wenigstens steht der laterale Schneidezahn am medialen Rande der Spalte. Lateralwärts aber wird letztere vom Eckzahn begrenzt.

Albrecht (Biologisches Centralblatt. 1886. Bd. VI. Nr. 3. S. 81. — Nr. 4. S. 121) erwiderte darauf, dass der angebliche Eckzahn in Wahrheit ein überzähliger dritter Schneidezahn, der angebliche erste, zweihöckerige Praemolaris aber der Eckzahn sei. — Man wird wohl zu der Ansicht gelangen, dass die Frage an der Abbildung eines Gipsabgusses nicht sicher zu entscheiden sei.

C. van Bambeke, Note sur une inclusion rencontrée dans un oeuf de poule. 8⁰. 14 S. Extrait du Livre jubilaire, publié par la Société de Médecine de Gand à l'occasion du cinquantième anniversaire de sa fondation. 1884. Gand.

In diesem Jubelbande der medicinischen Gesellschaft zu Gent teilt van Bambeke die Beobachtung eines bohnengrossen Körpers in einem Hühnerei mit, der mit der Dotterhaut durch einen Stiel verbunden und wahrscheinlich schon im Ovarium durch Bluterguss und Fibringerinnung entstanden war. Der Dotter war ganz normal und die Cicatricula nicht weiter entwickelt. Die Substanz des Körpers war teils amorph, teils fibrillär gestreift und concentrisch geschichtet; sie enthielt in den Zwischenräumen zahlreiche, durch Haematoxylin oder Pikrocarmin sich färbende Kerne. Diese Granulationen sind vermutlich durch den Zerfall kernhaltiger roter Blutkörperchen entstanden.

Ref. erinnert daran, dass er selbst (Deutsche Vierteljahrsschr. f. öffentl. Gesundheitspflege. 1881. Bd. XIII. S. 605) einen sog. Wurm in einem Hühnerei als Fibringerinnsel diagnosticiert hat. Auch sah Ref. im Winter 1885/86 in Neapel zwei ähnliche Fälle wenige Tage nach einander, die offenbar von demselben Huhn herstammten. Es waren höckerige Blutgerinnsel von 1 cm Länge im Eiweiss, wahrscheinlich tubären Ursprunges, welchen letzteren auch Landois annimmt.

E. Finger, Beitrag zur Anatomie des männlichen Genitale. Aus dem anatomischen Institute von Langer in Wien. Sitzungsber. d. k. Akad. d. Wiss. zu Wien. Bd. XC. Abt. III. Novbr. 1884. 8 S. u. 2 chromolithogr. Taf.

Finger hat weder an der Glans penis noch in deren Sulcus coronarius sog. Tyson'sche Drüsen nachweisen können, obgleich 14 Präparate injiciert, gehärtet und geschnitten wurden. Zwar finden sich schlauchförmige Crypten, sie sind aber in-

wendig mit Papillen bekleidet und häufig mit abgestossenen Epidermismassen ausgefüllt. (Der Fehler liegt in der Methode: die Drüsen sind sparsam und um sie zu finden, muss man Maceration in verdünnten Säuren, z. B. 3procentiger Essigsäure, anwenden, Ref.).

G. C. Nyhoff, Der Ort der Befruchtung. Centralblatt für Gynaekologie. 1885. Nr. 26. S. 401—403.

Nyhoff will die Löwenthal'sche Befruchtungstheorie (Archiv für Gynaekologie, Bd. XXIV. S. 169—262) modificiert wissen. Die Aenderungen derselben sind durch Cursivschrift hervorgehoben: Der Graaf'sche Follikel berstet, das vollkommen gereifte Ei tritt aus und gelangt (*befruchtet oder unbefruchtet*) durch den Eileiter nach dem Uterus. *Es kann sowohl am Ovarium als in der Tube befruchtet werden.* — In der erstbesten passenden Falte der Uterinschleimhaut, also in der Regel nahe der Uterinmündung der Tube bettet das (*befruchtete oder*) unbefruchtete Ei sich ein und ruft als directe Folge seiner Anwesenheit die Schwellung der Uterinschleimhant (*di Decidua graviditatis resp.*) Decidua menstrualis hervor. — Wird das (*nicht vorher befruchtete*) Ei durch die in den Uterus gelangenden Spermatozoen befruchtet, dann bildet sich die Menstrual- zur Schwangerschaftsdecidua weiter. Das Wesentliche der Löwenthal'schen Anschauung war, dass das Ei erst nach seiner Einbettung in die Mucosa uteri von Spermatozoen befruchtet werde. Man sollte zwar denken (Ref.), es gäbe so viele Thatsachen, die gerade den Praktikern nicht unbekannt sind, welche z. B. die Ueberwanderung der Samenfäden durch die Bauchhöhle auf das entgegengesetzte Ovarium beweisen, dass die Hinfälligkeit der Theorie von selbst einleuchtet. Hiervon abgesehen, zieht Nyhoff derselben sogleich den Boden unter den Füssen weg durch die Annahme (s. oben), dass das Ei sowohl am Ovarium als in der Tube befruchtet werden kann.

Ref. hat schon mehrmals darauf hingewiesen (Allg. Anat. 1876. S. 262. Nachträge. 1881. S. 89 u. 95), wo eigentlich die Schwierigkeiten der Angelegenheit zu suchen sind.. Abweichend von den Säugetieren sind beim Menschen beide Geschlechter jeder Zeit zeugungs- resp. beischlafsfähig. Vorausgesetzt zunächst, die verbreitete Lehre, dass die Spermatozoen im lateralen Tubenende auf ein aus dem Graaf'schen Follikel austretendes Ovulum *warten* können, sei richtig, wesshalb tritt dann Empfängnis relativ so selten ein? Die Säugetierweibchen werden fast in jeder Brunstperiode befruchtet, beim Menschen wundert man sich, wenn eine Frau vom 20sten bis 45sten Jahre ein Dutzend Kinder zur Welt bringt. Das *Ausbleiben* der Befruchtung während der Ehe also ist eigentlich das zu Erklärende. Nun sind die reifen Samenfäden des Vas deferens durchaus unbeweglich. Werden sie in eine verdünnte Lösung gebracht, so bewegen sie sich spiralförmig weiter, 0,06 mm in der Secunde (Henle, 1841; Lott, 1872; — 0,02—0,04—0,05, Kraemer, 1842), so dass sie binnen einer Stunde oder, wie Nyhoff mit Löwenthal annimmt, im ungünstigsten Falle binnen 10 Stunden vom Os uteri externum bis zum Ovarium gelangen. Sie kriechen so lange, bis der Vorrath von Spannkraft, der in ihnen angehäuft liegt und in Bewegung umgesetzt wird, erschöpft ist. Wird die Bewegung durch äussere Umstände verhindert, z. B. durch ein dickflüssiges Medium, so ruhen sie, erschöpfen sich nicht, gerade wie eine (Pendel-) Uhr, die man aufgezogen und später angehalten hat. Desshalb sind die Beobachtungen von geringem Wert, dass man bei Tieren noch viele Tage nach der Be-

gattung bewegungsfähige Spermatozoen in den Tuben u. s. w. antrifft. War der Schleim zähe und wird er bei der mikroskopischen Untersuchung von selbst oder durch Zusätze dünnflüssiger, so liegt die Sache genau wie im Vas deferens und es ist kein Wunder, dass wieder Bewegungen eintreten. Von den Einflüssen der sauren resp. alkalischen Reaction ganz abgesehen. Jedenfalls ist nicht im mindesten bewiesen, dass die Samenfäden sich etwa durch Stoffaustausch zu ernähren und infolge von Nahrungsaufnahme durch Imbibition neue Vorräte von Spannkraft anzusammeln vermögen. Liegt die Sache aber so, dann wird sich die relative Seltenheit einer Befruchtung beim Menschen am einfachsten durch die Annahme erklären, dass ein ganz bestimmter Termin entsprechend einer relativ kurzen Zeit nach dem Platzen des Graaf'schen Follikels die einzige Befruchtungsmöglichkeit bildet. Jenes Platzen braucht aber keineswegs synchronisch mit dem Anfange oder Ende der Menstruation vor sich zu gehen, die Zeiten können möglicherweise bei verschiedenen Frauen habituell verschieden sein und bei derselben Frau nach den Umständen, der Dicke des Ovarialüberzuges des Follikels wechseln, ungefähr wie ein Abscess bald früher bald später sich öffnet (Ref.).

Ref. möchte dabei hinzufügen, dass er einmal die R. Wagner'sche Beobachtung (1839) eines Samenfadens mit zwei Köpfen im Vas deferens des Menschen vor einiger Zeit wiederholt zu haben glaubte. Da dieser Faden sich natürlicherweise nicht bewegte, so blieb nicht jeder Zweifel ausgeschlossen; zwei Schwänze waren aber sicher nicht vorhanden, wie die Rotation unter starker Immersion bewies.

Alessandro Tafani, Sulle condizioni utero placentari della vita fetale. Nuove indagini embriologiche comparate. Estratto dei publicazioni del R. Istituto di studi superiori pratici e di perfezionamento in Firenze. 1886. 8°. XVII e 152 pp. Con 8 tavole chromolitografate. Firenze. Con tipi dei successori Le Monnier.

Der Verfasser teilt die Placenten der sämtlichen Säuger ein: in die Placenta diffusa (Schwein), Placenta cotyledonata (Wiederkäuer), Placenta zonata (Carnivoren), Placenta discoidea (Nager, Chiropteren, Primaten), und zeigt, dass eine vollständige Homologie aller dieser Formen, trotz ihrer anscheinenden Verschiedenheit, mit Rücksicht auf das mikroskopische Verhalten sich durchführen lässt.

Es ist daher die mit sehr schönen Chromolithographieen ausgestattete Arbeit auch in phylogenetischer Hinsicht von Interesse und Bedeutung.

Was speciell die menschliche Placenta discoidea anlangt, so setzt sich dieselbe aus Cotyledonen zusammen, deren Grenzen freilich nur durch eine Anzahl von Furchen angedeutet sind; die Anordnung der fötalen Blutgefässe, welche in regelmässigen Abständen in diese Cotyledonen eintreten, steht damit in Uebereinstimmung. Charakteristisch ist ferner eine enorme Erweiterung der mütterlichen Bluträume zu einem Cavernensystem, während die Chorionzotten sich stark verästeln, mit den Wänden des letzteren Systems sich berühren und damit verschmelzen; eine epitheliale Bekleidung der Zotten fehlt (wie bei den Murinen) und diejenige der mütterlichen Blutgefässwandungen ist auf ein Minimum reduciert, welche Einrichtungen offenbar den Stoffaustausch begünstigen.

Die *Uterinmilch*, deren Entstehung in allen Säugerklassen ausführlich erörtert wird, befindet sich nicht in der Serotina, woselbst sie Hoffmann nachgewiesen zu haben glaubte, sondern, wenigstens beim sechsmonatlichen Fötus (die Italiener rechnen bekanntlich nach Sonnenmonaten), in den Maschen der Decidua vera. Sie enthält eiförmige Kugeln mit safranophilen Körnern im Innern, welche aus Chromatolitosis, Zerfall von Kernen verschmelzender Epithelialzellen hervorgehen.

Bemerkenswert sind die historischen Erörterungen: Colin und Werth hielten die Uterinmilch für eine Leichenerscheinung, Ercolani und Hoffmann leiteten sie vom Zerfall der Deciduazellen ab, während Bonnet behauptete, sie entstehe aus fettig degenerierenden Wanderzellen. Es soll sich das befruchtete Ei gerade so ernähren, wie das Eierstocksei, nämlich durch Aufnahme von Leukocyten.

W. Flemming, Tageblatt der 59sten Versammlung deutscher Naturforscher und Aerzte in Berlin vom 18ten bis 24sten September. 1886. Berlin. 4°. Nr. 6. S. 199.

Flemming hat in der Section für Anatomie auf der diesjährigen Naturforscherversammlung zu Berlin eine Wandtafel als Demonstrationsobject vorgelegt, welche einen verbesserten schematischen Durchschnitt des menschlichen Augapfels darstellt. In der Discussion hob Hans Virchow die Unzulänglichkeit der Gefriermethode sowie der Ueberosmiumsäure-Methode für die feineren Verhältnisse in einem solchen Organ hervor und bemerkte dabei, es sei unzulässig, in einen anatomischen Durchschnitt die auf ganz anderem (physiologischem) Wege ermittelte Form resp. die Dimensionen der Linse einzutragen, wie es gewöhnlich geschieht.

Nouvelles universitaires.[1])

M. Leo Testut, professeur d'Anatomie à la faculté de médecine de Lille (France) est nommé en la même qualité à la faculté de médecine de Lyon.

Sont nommés, à la suite du dernier concours, professeurs agrégés d'Anatomie et de Physiologie:

Faculté de médecine de Paris:	M. M. Quenu et Poirier.
„ „ „ „ Lyon:	M. M. Rodet et Jaboulay.
„ „ „ „ Bordeaux:	M. Ferré.
„ „ „ „ Montpellier:	M. M. Gillis et Tapie.
„ „ „ „ Nancy:	M. M. René et Nicolas.
„ „ „ „ Lille:	M. Assaky.

[1]) Nous prions instamment nos rédacteurs et abonnés de vouloir bien nous transmettre le plus promptement possible toutes les nouvelles qui intéressent l'enseignement de l'Anatomie et de la Physiologie dans les facultés et universités de leur pays. Le „Journal international mensuel" les fera connaître dans le plus bref délai.

Druck von Leopold & Bär in Leipzig.

Die Karyokinese bei den Lepidopteren als Grundlage für eine Theorie der Zellteilung

von

Gustav Platner.

(Hierzu Taf. XVII u. zwei Holzschnitte).

Gewisse bei meinen Untersuchungen über die Kernteilung in den samenbildenden Zellen und befruchteten Eiern der Pulmonaten beobachtete Vorgänge hatten in mir die Ueberzeugung erweckt, dass den in keiner lebenden Zelle fehlenden Plasmaströmungen bei der Karyokinese eine wichtige Rolle zufallen müsse; doch fehlten mir nach verschiedenen Richtungen hin noch die nötigen Anhaltspunkte. Erst das Studium der Mitosen in den Hodenzellen der Lepidopteren brachte vielfach die erwünschte Aufklärung. Von grossem Werte erwiesen sich ferner eine Reihe von Erscheinungen, welche ich an den Flimmerzellen der Epididymis des Säugetieres während ihrer Teilung beobachten konnte. Zum grössten Teil sind die hierbei sich abspielenden Processe schon aus den Untersuchungen Flemming's bekannt. In manchen Punkten bin ich in der Lage, diese ergänzen zu können. Weiteres wichtiges Material für die Lösung der Frage nach den Ursachen und Bedingungen der Zellteilung haben ausserdem noch die Untersuchungen einer Reihe von Forschern über die Anordnung der Kernteilungsfiguren im Centralnervensystem und der Retina von Wirbeltierembryonen geliefert.

Es sind im Allgemeinen drei Punkte, welche als Basis für theoretische Betrachtungen das grösste Interesse in Anspruch nehmen müssen.

Zunächst sind von Bedeutung die Wanderungen des Zellkernes vor Beginn der Karyokinese sowie die Lageveränderungen der Spindel selbst. Erstere lassen sich sehr schön in den hohen schlanken Flimmerzellen des Nebenhodens verfolgen, wo der Kern, ehe er sich zur Teilung anschickt, unter beträchtlicher Zunahme seines Volumen von der Basis der Zelle nach deren oberem, dem Lumen des Kanales zugewandten Ende wandert, um hier erst die verschiedenen Stadien der Karyokinese zu durchlaufen. Das Gleiche geschieht bei den Hodenzellen der Lepidopteren, wo der Kern vor Beginn der Teilung an die obere Zellgrenze nach dem Hohlraum des Follikels zu rückt. An dem letzteren Object sowie in den befruchteten Eiern von Arion lassen sich auch die darauf folgende Wanderung der Spindel nach dem Centrum der Zelle sowie andere Lageveränderungen derselben studieren.

Der zweite Punkt betrifft das Verhältnis der Teilungsrichtung zur Orientierung der Zelle. In den Flimmerepithel tragenden Kanälen und den Hodenfollikeln der Lepidopteren geschieht die Teilung immer parallel der Zellbasis. Die Spindelachse fällt also in eine Secante des kreisförmigen Durchschnittes des Follikels respective Kanales, nie in die Richtung eines Radius. In den das centrale Lumen des Medullarrohres etc. begrenzenden Zellen streicht sie in der Richtung einer Tangente.

Endlich ist noch von Wichtigkeit das Verhältnis der Aster zur präformierten Structur des Protoplasma. Die mächtige Entwickelung, welche diese beiden Teile in den Hodenzellen der Lepidopteren zeigen, sowie das reiche Material, über welches ich verfügte, gestatteten mir. das Auftreten der Aster vom ersten Beginn an sowie ihr Verhalten zum Zellprotoplasma genau zu erforschen. Die wichtigen Beziehungen, welche sich hierfür ergaben, werden später genauer erörtert werden, Hier mag der kurze Hinweis auf das Bestehen solcher genügen.

Eine genaue Verfolgung der karyokinetischen Erscheinungen nach den angedeuteten drei Richtungen hin gestattet nicht nur, dieselben den sonstigen Protoplasmabewegungen, wie sie als amöboïde Bewegung, als Pseudopodienbildung der Rhizopoden, als Rotation und Circulation in Pflanzenzellen und niederen Tieren bekannt sind, gleichzustellen, sondern lässt auch für ihre Hauptphänomene eine einfache, mechanische Erklärung zu. Die oft beträchtlichen Modificationen der Karyo-

kinese, wie sie sich nicht nur bei verschiedenen Tieren, sondern auch bei demselben Individuum in den verschiedenen Zellgattungen, oder den einzelnen Zellgenerationen desselben Organes finden, werden, sobald ihre Abhängigkeit von äusseren Bedingungen erkannt ist, aus Veränderungen der letzteren leicht verständlich.

Dass nicht alle Vorgänge der Zellteilung rein mechanisch gedeutet werden können, braucht wohl kaum noch hervorgehoben zu werden. Für eine Reihe von Processen fehlt es zur Zeit noch völlig an einem Verständnis der dabei mitwirkenden Kräfte. Doch muss es immerhin von Wert sein, dieses Gebiet möglichst einzuschränken. Dieses Princip war es, welches mich bei der Abfassung des theoretischen Teiles geleitet hat, und von diesem Gesichtspunkte aus möchte ich daher auch meine Erklärungsversuche der Karyokinese gern beurteilt wissen.

Wenn hierbei nun auch die Kernteilung bei den Lepidopteren in den Vordergrund treten musste, da ich sie besonders mit Rücksicht auf jene erwähnten, bisher noch wenig beachteten Punkte durchforscht habe, — wozu sie sich übrigens auch vortrefflich eignet — so zeigen sich doch manche Structuren hier kaum angedeutet, die sich anderswo schön entwickelt finden; da müssen dann die bei anderen Tieren und den Pflanzen gewonnenen Resultate, deren die rastlos fortschreitende Forschung besonders in letzter Zeit viele neue gebracht hat, mit eintreten und das Bild vervollständigen helfen. Auf diese Weise werden die auf den verschiedensten Gebieten gewonnenen Thatsachen bei der Begründung der Theorie Verwertung finden, und diese selbst erlangt dadurch eine allgemeinere Gültigkeit.

Für die Begründung einer Theorie der Zellteilung würde es sich darum handeln müssen, ein Object zu besitzen, welches nur wenig Complicationen zeigt, wo die mitspielenden Kräfte ihrer Herkunft und der Art ihrer Einwirkung nach gut erkannt werden können, kurz wo möglichst wenig Gelegenheit zu Zweideutigkeiten gegeben ist. Wenn nun auch die Hodenzellen der Lepidopteren im allgemeinen diesen Anforderungen entsprechen, so gilt dies doch nicht für jedes Stadium ihrer Entwickelung. Während der Raupenzeit, wo Mayzel und Carnoy ihre Untersuchungen an ihnen machten, sind sie für den vorliegenden Zweck nicht brauchbar. Der passende Zeitpunkt fällt vielmehr in die

Periode des Beginnes der eigentlichen Samenbildung, also gegen das Ende des Puppenstadium.

Das Material für meine Untersuchungen lieferten mir eine grosse Anzahl im Sommer des vergangenen Jahres unter möglichst günstigen Bedingungen gezogener Puppen des Mondvogels (Pygaera bucephala) und des Wolfsmilchschwärmers (Sphinx Euphorbiae). Die Hoden sind an der Rückenfläche des Tieres als helle kugelige Körper leicht zu finden und zu isolieren.

Sie wurden in Chrom-Osmium-Essigsäure, nach Flemming's [1]) neuester Vorschrift bereitet, gebracht und während einer halben Stunde gehärtet, in Celloidin eingebettet, und die angefertigten feinen Schnitte teils mit Safranin, teils mit Haematoxylin gefärbt. Der Einschluss geschah in Canadabalsam zum Teil zwischen Deckgläschen auf durchbohrten Objectträgern.

Da beide Tiere keine wesentlichen Differenzen zeigten, die Mitosen aber bei dem Mondvogel schärfer hervortraten, so wurden die von dem Hoden des letzteren angefertigten Präparate ausschliesslich der folgenden Darstellung so wie der Anfertigung der Abbildungen zu Grunde gelegt.

Während des Monates Mai bis zum Beginn des Juni vollzieht sich in den Hoden eine eigentümliche Veränderung. Die vor dieser Zeit nur kleinen, zu unregelmässigen Complexen gruppierten Zellen geraten nicht nur in ein intensiv vermehrtes Wachstum, wodurch ihr Durchmesser um das Drei- bis Vierfache vergrössert wird, sondern zeigen auch in ihrer Anordnung eine immer stärker hervortretende Regelmässigkeit. Es geschieht dies in der Weise, dass sie in den Follikeln, welche sich jetzt gleichfalls schärfer abgrenzen, sich in einer einfachen Schicht an der Wandung lagern. Dieser Zustand ist perfect, sobald sie ihre definitive Grösse erreicht haben. Die Follikel, welche übrigens nicht stark an Grösse variiren, zeigen dann einen grösseren oder kleineren, von ihnen völlig frei gelassenen Hohlraum in der Mitte.

Es beginnt dieser Process im Centrum des Hodens und schreitet von dort aus nach der Peripherie fort. Doch geschieht diese Ausbreitung nur ganz allmählich, so dass man im Inneren schon völlig

[1]) Mitteilungen zur Färbetechnik. Zeitschrift für wissensch. Mikroskopie und mikrosk. Technik. Bd. I. 1884. p. 349.

reifen Samen finden kann, während an der Peripherie noch die ursprünglichen kleinen Zellen in breiter Schicht vorhanden sind. Da diese letzteren sich von den aus ihnen hervorgehenden grossen Elementen nicht nur hinsichtlich ihrer Dimensionen, sondern auch wesentlich durch den Modus der Teilung sowie ihre Anordnung unterscheiden, so halte ich mich für berechtigt, sie als Spermatogonien jenen, die als Spermatocyten zu bezeichnen sind, gegenüber zu stellen.

Die grossen Spermatocyten, welche die Vorstufen der eigentlichen Samenausbildungszellen, der Spermatiden sind, bilden jedoch nicht die einzigen Bestandteile der Follikel, vielmehr finden sich ausser ihnen noch grob-granulierte, kleine, ovale, der faserigen Wandung angelagerte Kerne. Diese, welche nicht an der Samenbildung teilnehmen, sondern unverändert bestehen bleiben und den entwickelten Samenfädenbündeln an der Basis und zum Teil auch seitlich aufsitzen, wie dies Gilson [1]) ganz richtig beschreibt, sind als Follikelzellen (v. la Valette St. George) zu bezeichnen.

Die im Centrum des Hodens befindlichen Spermatocyten, welche neben dem grossen Kern auch noch ein reich entwickeltes Protoplasma zeigen, sind in dauernder reger Proliferation begriffen, sobald sie erst einmal ihre völlige Ausbildung erlangt haben. Sie sind daher als Object für das Studium der Karyokinese im hohen Grade empfehlenswert. Die bei ihnen sich zeigenden Teilungsphänomene sind es daher auch, welche im folgenden fast ausschliesslich zur Darstellung gelangen sollen. Zwar trifft man auch die in den peripheren Schichten des Organes liegenden kleinen Spermatogonien teilweise in lebhafter Vermehrung begriffen, doch lässt sich wegen ihrer geringen Dimensionen die Karyokinese nur schwer verfolgen. Einige interessante Modificationen, welche sich hier zeigen, werden gelegentlich Erwähnung finden.

Wie bei den Würmern die Spermatocyten sich zu einem einreihigen Kranz um eine centrale Protoplasmakugel gruppieren, so bilden sie bei den Lepidopteren eine einfache Lage an der Wand des Follikels. Diese Anordnung bringt es mit sich, dass jede einzelne Zelle unter der Gestalt eines Kegels erscheint, dessen breite Basis der Wand des Follikels aufsitzt, während das obere schmalere und abgerundete Ende

[1]) Étude comparée de spermatogénèse chez les Arthropodes. La Cellule. T. I, 1e F. Louvain 1885.

in das freie Lumen desselben hineinragt. Variationen sind hierbei nicht ausgeschlossen, werden vielmehr häufig angetroffen, indem einmal die Form des Follikels nicht immer die rein kugelige ist, sondern bald in dem einen, bald in dem anderen Durchmesser verlängert erscheint, oder unregelmässige Ausbuchtungen zeigt und sodann die Zellen selbst oft nach der einen oder anderen Dimension ungleichmässig entwickelt sind. Während im allgemeinen ihre Höhe die Breite nur um wenig übertrifft, findet man auch solche, welche schmal und schlank, also mehr cylinderförmig erscheinen oder selbst oben etwas breiter sind. Auf der anderen Seite begegnet man wieder solchen, wo der Längsdurchmesser stark reduciert erscheint und die dann breit und kurz der Follikelwand aufsitzen Doch sind solche Fälle nur Ausnahmen, der abgestumpfte Kegel stellt den Grundtypus ihrer Form dar, ebenso wie die Kugel die häufigste Gestalt des Follikels markiert. Viel seltener als Abweichungen in dieser Richtung sind solche in Bezug auf die Anordnung der Zellen. Vielmehr ist das Gesetz, dass sie eine einfache, wandständige Lage bilden, ziemlich streng durchgeführt, so dass Fälle, wo sie etwas mehr zusammengedrängt und zum Teil etwas übereinandergeschoben erscheinen, zu den seltenen Ausnahmen gehören.

Im Interesse des Verständnisses erscheint es zweckmässig, bevor ich weiter gehe, die im folgenden zur Verwendung kommenden Bezeichnungen kurz zu erläutern. An der kegelförmigen Zelle hat man zu unterscheiden die abgerundete Spitze und die schwach nach aussen convexe, breite Basis, mit welcher sie der Follikelwand aufsitzt. Eine in der Mitte der Basis errichtete Senkrechte stellt die Axe oder den Längsdurchmesser der Zelle dar; in die Richtung desselben fallen die Längsschnitte, während die Querschnitte parallel der Basis geführt werden müssen und die Querdurchmesser der Zelle enthalten.

Da die Spindel stets parallel der Basis sich entwickelt, so fällt die Längs- oder organische Axe des Kernes senkrecht auf die Zellaxe Die Lage der Pole und des Aequators des Kernes wird durch dessen Axe gegeben, ebenso sind die weiteren Bezeichnungen aus dem eben Angeführten leicht abzuleiten.

Die Lage des runden Kernes in der kegelförmigen Zelle ist im allgemeinen eine centrale. Doch ist dies nicht absolut zu nehmen, sondern er liegt bald der Basis, bald der Spitze etwas näher, und auch

der Abstand von den Seitenwänden ist nicht überall derselbe. Diese Abweichungen sind in der Regel keine bedeutenden, so dass die vereinzelten Fälle, wo sie höhere Grade erreichen, als Ausnahme gelten müssen.

Nach Auseinandersetzung der allgemeinen Beziehungen sind jetzt die einzelnen Bestandteile der Zelle näher in's Auge zu fassen.

Ich beginne mit dem Protoplasma. Dieses findet sich, wie schon erwähnt, bei den Spermatocyten mächtig entwickelt. Bei einer oberflächlichen Betrachtung würde man es einfach als stark-granuliert bezeichnen. Durchmustert man aber aufmerksam eine grössere Anzahl von Zellen, so erkennt man unschwer, dass die Granula oder Cytomicrosomen nach einem ganz bestimmten System angeordnet sind. Mit bald geringerer, bald grösserer Deutlichkeit zeigt es sich, dass sie reihenförmig an einander gelagert und oft durch eine Zwischensubstanz zu zusammenhängenden Strängen vereinigt sind. Diese Protoplasmastränge erheben sich dann von der Zellbasis aus in einer von der senkrechten meist nur wenig abweichenden Richtung, um nach der Spitze zu ziehen. Teils werden sie in ihrem Verlauf von dem Kern unterbrochen, an dessen Wandung sie dann sich inserieren, teils ziehen sie seitlich in tangentialer Richtung an ihm vorbei, um etwas nach der Zellaxe zu convergierend entweder an der Spitze zu endigen, oder bogenförmig in einander überzugehen.

Auf Querschnitten macht sich ferner oft noch eine Anordnung zu mit dem Kern concentrischen Kreisen bemerkbar.

Protoplasmastränge und Körnchen sind also nicht differenter Art wie Carnoy [1]) angiebt, sondern erstere entstehen durch eine mehr oder weniger weit gehende lineare Vereinigung der letzteren, sei es nun durch eine Zwischensubstanz, sei es durch directe Verschmelzung. Dieser Process kann so weit gehen — und dies tritt besonders im Stadium der vollen Ausbildung der Aster hervor —, dass man die Zusammensetzung der Protoplasmastränge aus Körnchen kaum noch zu erkennen vermag. Das in diesem Fall stattfindende Verschwinden der Cytomicrosomen führt Carnoy auf eine Auflösung derselben zurück. Ich kann mich dieser Anschauung nicht anschliessen,

---

[1]) La cytodiérèse chez les Arthropodes. La Cellule. T. I, 2e F. Louvain 1885.

muss mich vielmehr in dieser Beziehung auf die Seite Strasburger's stellen.

Diese, kurz ausgedrückt, längsstreifige Structur des Protoplasma ist, wie erwähnt, nicht immer gleich deutlich ausgesprochen. Es könnte demnach fraglich erscheinen, ob sie überhaupt dem normalen Zustand entspricht. Hierauf ist zunächst zu erwidern, dass sie um so schärfer hervortritt, je besser die Härtung der Präparate gelungen ist. Leider sind in letzterer Beziehung enge Grenzen gesteckt. Die Zeit von einer halben Stunde kann nicht gut überschritten werden, wenn man überhaupt darauf rechnen will, brauchbare Schnitte zu erhalten. Sodann hat die längsstreifige Structur bei einschichtigen Zellen ein verbreiteteres Vorkommen. Ich erinnere nur an die Nierenepithelien, die Zellen des Pankreas, die Flimmerepithelien. Ausserdem findet sich die erwähnte Structur bei den Zellen des Centralnervensystems und der Retina junger Embryonen, wo sie von Merk besonders erwähnt wird, und ich sie selbst beobachten konnte. Auf letzteren Punkt habe ich später noch näher einzugehen. Als letzten und beweisenden Grund, welcher für die Annahme einer constanten Existenz dieser Structur in den vorliegenden Hodenzellen spricht, möchte ich den Umstand erwähnen, dass sie vor der zweiten Teilung der Spermatocyten stets in der ausgeprägtesten Form vorhanden ist. Wodurch sie hier bedingt wird, kann erst später an entsprechender Stelle gezeigt werden. Diese Thatsache berechtigt aber, sie auch vor der ersten Teilung als constant anzunehmen und die Verwischung derselben, da wo sie sich zeigt, der Reagentienwirkung zuzuschreiben.

Die äussere Grenze des Protoplasma wird von einer deutlichen, wenn auch schwach entwickelten Membran gebildet. Sie markiert sich unter der Gestalt einer feinen, etwas dunkleren Linie, die zuweilen etwas breiter ist und dann deutlich zwei Contouren zeigt. Sie muss, wie auch Carnoy annimmt, sehr weich und elastisch sein. Die amöboïden Bewegungen der Zelle und andere Veränderungen deuten darauf hin. Sie scheint aber auch nicht imstande zu sein, einen völligen Abschluss des Protoplasma zu bilden. Hierfür dürfte besonders folgender Umstand sprechen:

An dem Teil der Zelle, welcher frei in den Hohlraum des Follikels hineinragt, also an dem oberen, schmaleren, Ende bemerkt man

blasse, eigentümliche Fortsätze. Diese sind homogen, färben sich nur wenig mit Haematoxylin und erinnern in ihrer Form oft sehr an die sogenannten Myelinfiguren. Sie erscheinen keulenförmig, etwas geschlängelt oder verzweigt, oft mit weit ausgezogenem, dünnen Stiel, so dass sie weit in das Lumen sich hinein erstrecken. Die Basis, mit der sie an der Zellmembran, die übrigens scharf begrenzt unter ihnen weggeht, sich inserieren, ist immer sehr schmal, so dass man den Eindruck gewinnt, als sei eine hyaline, etwas zähe Substanz durch feine Poren der Membran hindurchgepresst und habe draussen wieder Gestalt angenommen und sich verbreitert. Es finden sich diese Auswüchse in allen Zuständen der Zelle, also auch während der Teilung. Sie scheinen sich auch völlig von ihr trennen zu können, da man sie zuweilen frei im Lumen liegen sehen kann (Fig. 4 und 6, in den anderen Figuren sind sie fortgelassen). Wenn ich nun auch Carnoy die Existenz einer Membran zugeben will, obgleich es fraglich erscheinen muss, ob ein Gebilde von solcher Dehnbarkeit und Weichheit noch diesen Namen verdient, so kann ich nicht mit ihm übereinstimmen, wenn er das Vorhandensein von Poren in ihr abstreitet. Die beschriebenen Erscheinungen weisen zu deutlich auf ihre Gegenwart hin, als dass man sie nicht anerkennen müsste, auch ohne sie direct beobachtet zu haben Ich stimme hierin also mit Strasburger [1]) und Leydig [2]) überein.

Besitzt nun das Protoplasma der Spermatocyten einen Nebenkern? Auf den ersten Blick würde man geneigt sein, diese Frage bejahend zu beantworten, denn es findet sich fast constant ein eigentümlich geformter Körper in demselben, den man wohl als solchen ansprechen könnte. Dieser Körper ist von wechselnder, unregelmässiger Gestalt, homogen und von geringer Grösse. Er liegt gewöhnlich in einer Art Hohlraum, so dass er von einem hellen Hof umgeben erscheint. Man findet ihn meist in dem basalen Teil der Zelle, etwas seltener seitlich vom Kern; nie bin ich ihm an der Zellspitze begegnet. Eine eigentümliche Erscheinung ist die, dass er häufig mit dem gleichen Element der Nachbarzelle in directem Zusammenhang steht, so dass beide eine Verbindungsbrücke von Zelle zu Zelle reichend bilden (Fig. 1). Häufig

---

[1]) Die Controversen der indirecten Kernteilung. Archiv f. mikrosk. Anatomie. Bd. XXIII. p. 248.

[2]) Untersuchungen zur Anatomie und Histologie der Tiere. 1883. p. 75.

finden sich solche auch in der Mehrzahl. Ich sah zuweilen Zellen, welche mit drei benachbarten in dieser Weise zusammenhingen. Wenn nun auch dieses Verhalten nicht gerade gegen die Nebenkernnatur dieser Gebilde spricht, so giebt es doch eine Reihe von Thatsachen, welche eine solche Deutung mit Sicherheit auszuschliessen gestatten. Es spricht hiergegen erstlich der Umstand, dass sich in den samenbildenden Zellen von Helix zuweilen ein völlig entsprechender Körper findet, neben und unabhängig vom Nebenkern. Auch hier wird durch ihn oft eine Verbindung zweier benachbarter Zellen vermittelt (Fig. 2). Doch ist sein Vorkommen hier ein recht seltenes. Sodann lässt sein Verhalten grosse Differenzen von dem des Nebenkernes, wie es bis jetzt bei Helix und Blatta constatiert ist, erkennen. Der fragliche Körper hält sich nämlich bis zur Ausbildung der Spindel, zu der er in keine räumliche oder genetische Beziehung tritt, um während der Umformung, welche das Protoplasma bei der Ausbreitung der Aster erfährt, allmählich zu verblassen und zu verschwinden. Seine Rolle ist damit definitiv ausgespielt, er tritt also auch nach der Teilung nicht wieder auf.

Endlich noch ist er von dem Nebenkern, der sich schliesslich auch hier, aber erst bei der letzten Teilung, also in den Spermatiden in bekannter Weise aus den Spindelfasern bildet, völlig verschieden.

Es können demnach im Protoplasma Körper ganz verschiedener Art sich finden, die man streng von einander unterscheiden muss, wenn man nicht, wie dies leider schon oft geschehen ist, riskieren will, eine hochgradige Verwirrung anzurichten.

Unter die Kategorie dieser noch dunklen Elemente gehören wohl auch die von Carnoy bei Crustaceen als Nebenkerne beschriebenen Protoplasmaeinschlüsse, während der von Grobben gefundene wirkliche Nebenkern ihm völlig entgangen oder doch nicht beachtet zu sein scheint, eben so wie er ihn bei den Orthopteren übersehen hat, wie die neueste Mitteilung v. la Valette's [1]) hierüber beweist.

Ich komme jetzt zu dem wichtigsten Bestandteil der Zelle, dem Kern. Dieser hat während des Ruhezustandes, wie schon erwähnt, eine mehr oder weniger centrale Lage. Sein Durchmesser, dessen

[1]) Spermatologische Beiträge. Zweite Mitteilung. Archiv für mikrosk. Anatomie. Bd. XXVII. 1886.

Länge nur minimalen Schwankungen unterworfen ist, beträgt in ausgebildeten Spermatocyten etwa ein Drittel der mittleren Zellbreite. Er ist durchweg von regelmässiger kugeliger Gestalt und wird gegen das Protoplasma durch eine wohl entwickelte ziemlich starke Hülle abgeschlossen. Diese ist gegen ersteres weniger scharf abgegrenzt und verdankt wohl nur einer Verdichtung desselben ihren Ursprung Ihre Contouren sind nicht ganz glatt, sondern in kurzen Intervallen mit leichten, gegenständigen Einkerbungen versehen. Ob diesen aber eine bestimmte Bedeutung in der Art zukommt, dass sie etwa Poren der Membran bezeichnen, lässt sich nicht entscheiden.

Von der Kernwand erheben sich in unregelmässigen Abständen die Stränge des Kerngerüstes. An ihren Ansatzpunkten liegt stets eine stärkere Anhäufung chromatischer Substanz, die überhaupt längs der Peripherie reichlicher verteilt sich findet. Im Inneren des Kernes verbinden sich die Fäden, welche im allgemeinen aus einer achromatischen Grundsubstanz mit eingelagerten Microsomen bestehen, zu einem ziemlich weitmaschigen Netzwerk. An einzelnen Stellen der Stränge, vorwiegend aber an den Knotenpunkten, erscheint das Chromatin in unregelmässiger massigerer Anhäufung. An letzteren Punkten haben auch die Nucleolen ihre Lage. Diese erscheinen selten in der Einzahl, meist findet man deren zwei. Sie sind von ziemlicher Grösse, färben sich stärker und zeigen eine kugelige Form; doch geben meist die von allen Seiten an sie herantretenden Kernfäden ihnen ein unregelmässiges zackiges Ansehen.

Ausser dem Kerngerüst mit seinen Nucleolen enthält der Kern keinerlei geformte Bestandteile. Ich muss also hierin in Gegensatz zu Carnoy treten, welcher ausserdem noch ein „reticulum plastinien" und „enchylème" mit Körnchen beschreibt, und mich auf den Standpunkt stellen, welchen Heuser [1]), Strasburger, Guignard [2]) und Andere vertreten. Körnige Niederschläge müssen, wo sie sich finden, als Reagentienwirkung bezeichnet werden (Flemming).

---

[1]) Beobachtungen über Zellkernteilung. Botanisches Centralblatt. Jahrg. V. Bd. XVII. Nr. 1/5. 1884.

[2]) Recherches sur la structure et la division du noyau cellulaire. Ann. d. sc. nat. T. XVII. 6. Ser. 1884.

Die Zellteilung.

Nachdem im Vorhergehenden kurz die ruhende Zelle und ihre Bestandteile beschrieben sind, sollen jetzt die bei ihrer Teilung ablaufenden Vorgänge eingehender geschildert werden.

Das erste Zeichen, welches auf eine beginnende Teilung hinweist, ist eine Lageveränderung des Kernes. Er verlässt seine meist centrale Position und rückt an die innere, nach dem Lumen des Follikels gerichtete Seite der Zellperipherie. Ich habe auf keinen Teil der vorliegenden Arbeit soviel Zeit und Mühe verwendet, als auf die Feststellung der ersten Veränderungen der sich teilenden Zelle. Die genaueste Kenntnis der hierbei stattfindenden Vorgänge ist theoretisch von grösster Wichtigkeit. Die nachstehend mitgeteilten Thatsachen sind daher das Resultat langwieriger, ausgedehnter Untersuchungen. Manche Punkte lassen sich nur durch Vergleichung einer grossen Zahl von Einzelfällen eruieren. Nachdem ich so in über 100 Zellen den Kern zu Beginn der Teilung dicht in der Nähe der oberen Zellgrenze gefunden habe, nie aber im Centrum oder gar basalwärts, muss ich diese Thatsache als feststehendes Gesetz aufstellen, zumal mich die Untersuchung der Flimmerepithelien ganz das gleiche Factum kennen gelehrt hat.

Bevor der Kern aber noch die Zellperipherie erreicht hat, ihn aber nur ein kleiner Zwischenraum noch davon trennt, treten zwei eigentümliche Erscheinungen auf. Einmal bemerkt man in seinem Inneren die ersten Spuren eines beginnenden Zerfalles des Netzwerkes und indem er wahrscheinlich hierdurch seine Widerstandsfähigkeit gegen von aussen einwirkende Gewalten mehr und mehr verliert, zeigt er auch zuweilen leichte Formveränderungen, indem er in den kurzen, glatten Zellen mehr queroval (Fig. 4), in länglichen, cylindrischen mehr längsoval erscheint im Gegensatz zu der völlig kugeligen Gestalt, welche ihm während des Ruhezustandes stets eigen ist. Ziemlich gleichzeitig hiermit, so dass es schwer hält, zu entscheiden, welcher Vorgang eigentlich der primäre ist, erscheinen an zwei symmetrischen, nach der Zellspitze zu gelegenen Punkten zunächst noch schwache Anhäufungen heller, homogener Substanz. Ihre Entwickelung ist keine völlig simultane, sondern die eine geht der anderen immer etwas voraus, auch in den weiteren Stadien ihrer Ausbildung (Fig. 4 und 5). Sie liegen an-

fangs immer nahe bei einander, um etwa ein Viertel der Kernperipherie von einander entfernt (80—100°). Die hier sich ansammelnde hyaline Substanz erscheint in der Regel unter der Gestalt eines niedrigen Kegels, welcher mit breiter Basis der Kernhülle aufsitzt, zuweilen bildet sie auch ein kleines mehr rundliches oder knopfförmiges Element. Die stete Zunahme derselben bewirkt, dass die an dieser Stelle concentrisch oder tangential zur Kernhülle verlaufenden Protoplasmastränge von dieser mehr und mehr abgehoben und zusammengedrängt werden. Sie erscheinen dann an der Spitze des Hügels als dunkler, mützenförmiger Aufsatz desselben, sich von hier aus radienförmig ausbreitend. Da diese Polkegel, wie ich sie kurz bezeichnen will, der oberen Zellgrenze von ihrem ersten Auftreten an sehr nahe liegen, so müssen sie bei ihrem weiteren Wachstum dieselbe bald erreichen. Sobald dieser Moment eingetreten ist, ereignet sich ein merkwürdiges Phänomen. Man sieht nämlich an den beiden Berührungspunkten der Polkegel und der Zellmembran diese letztere ihre Continuität verlieren und büschelförmig aus einander fahrende Protoplasmastrahlen in das freie Lumen des Follikels sich hineinerstrecken (Fig. 6). Die Aster entwickeln sich also ausserhalb der Zellgrenzen.

Dass die früher erwähnten hyalinen Excrescenzen mit ihnen in keinen genetischen Zusammenhang zu bringen sind, geht daraus hervor, dass erstere einmal daneben fortbestehen, wenn sie auch an den Ansatzpunkten der Aster selbst fehlen, und sodann dass sie völlig homogen sind, während die Strahlen der Aster deutlich eine Zusammensetzung aus mit einander verschmolzenen, reihenförmig angeordneten Protoplasmakörnchen erkennen lassen. Ja es bietet sich hier die beste Gelegenheit zur einwurfsfreien Constatierung dieser Thatsache, da die Strahlen der Aster in dem freien Hohlraum des Follikels sehr scharf hervortreten und sich isoliert untersuchen lassen. Wie Pseudopodien ragen sie, von einer Stelle entspringend und sich fächerförmig aber völlig getrennt von einander ausbreitend, aus der Zelle hervor.

Unterdessen haben sich im Inneren des Kernes die Bälkchen des Gerüstes mehr und mehr gelöst und die Bestandteile derselben, das heisst sowohl chromatische wie achromatische Substanz, sich zu einer Anzahl sphärischer Elemente vereinigt. Diese färben sich gleichmässig

stark mit Safranin und zeigen nicht nur in ihren Dimensionen, sondern auch hinsichtlich ihrer Zahl grosse Schwankungen. Unter ihnen befinden sich auch die Nucleoli. In einigen Kernen findet man von diesen sphärischen Körperchen wenige, die dann meist von beträchtlicher Grösse sind. Solche Kerne stehen dann meist schon der Spindelbildung näher als andere, wo die Zahl dieser Elemente eine grössere, diese selbst aber von geringerer Ausdehnung sind. Es scheinen demnach Verschmelzungen derselben noch später vorzukommen. Ebenso ist ihre Anordnung ganz unregelmässig und wechselnd. Bald sind sie ziemlich gleichmässig im Kernraum verteilt, bald auf einen Haufen im Centrum oder an der Peripherie zusammengedrängt. Kurz das Bild ist ein so buntes, dass man die Ueberzeugung gewinnt, es müssten diese Elemente während des Lebens in lebhafter Bewegung im Kernraum herumwirbeln, um in einer beliebigen Phase derselben durch die Reagentien fixiert zu werden.

Es bilden diese sphärischen Körper „Karyosomen", wie ich sie früher genannt habe, jetzt die einzigen geformten Bestandteile des Kernes. Ich konnte mich wenigstens, trotz der sorgfältigsten Nachforschungen, nicht von der Gegenwart des „reticulum plastinien", aus welchem Carnoy die Spindelfasern hervorgehen lässt, überzeugen.

Was ist inzwischen aus den Polkegeln geworden?

Indem diese mehr und mehr an Ausdehnung zunehmen, rücken sie nicht sowohl über die Zellgrenze hinaus, als vielmehr gegen den Kern vor, indem sie dessen Membran nach innen einstülpen (Fig. 7).

Je nachdem die Continuität der lezteren sich kürzere oder längere Zeit an diesen Punkten erhält, kann dieser Process einen höheren oder geringeren Grad der Ausdehnung erreichen. Stets ist aber auch in dieser Beziehung der eine Pol weiter fortgeschritten, als der andere (so in Fig. 7 der rechte Pol). Die Kernmembran zeigt hierbei zunächst im Bereich des Ansatzes jedes Polkegels eine Abplattung, die mit der Zunahme dieser allmählich selbst in eine nach innen convexe Einbiegung übergehen kann, bis sie schliesslich, scheinbar diesem Drucke nachgebend, durchbrochen wird.

Während die Polkegel selbst mehr und mehr eine längsstreifige Structur annehmen, als ob sie aus einem Büschel nach ihrer Spitze zu convergierender Fasern beständen, beginnt auch das Protoplasma einer

von hier ausgehenden und immer weiter sich ausbreitenden Veränderung zu unterliegen. Die Granula desselben verschwinden mehr und mehr, indem sie sich aneinander reihen und zu zusammenhängenden Strängen verschmelzen, während diese selbst wieder sich radienförmig um die Spitzen der beiden Polkegel ordnen. Von diesen Punkten aus kann man die erwähnte Veränderung allmählich Platz greifen und, immer weitere Kreise ziehend, sich langsam fortpflanzen sehen, bis schliesslich das ganze Protoplasma in dieser Weise metamorphosiert ist, dessen Stränge dann in continuierlichem bogenförmigen Verlauf sich von Pol zu Pol verfolgen lassen. Der Höhepunkt dieser Erscheinung fällt in das Stadium der vollendeten Spindel.

Die Spindelbildung selbst beginnt mit der Auflösung der Kernmembran an den beiden Polen, wodurch die Polkegel in directe Beziehung zu dem Innenraum des Kernes treten. Indem die Karyosomen jetzt mit den Fasern der letzteren in Berührung kommen, bleiben sie scheinbar daran haften und werden durch das Wachstum derselben dem Aequator des Kernes immer näher geführt.

Soweit diese Fäden innerhalb des Bereiches der früheren Polkegel liegen, sind sie sicher aus der hier angesammelten Substanz entstanden, im übrigen scheinen aber auch die Karyosomen selbst an ihrer Bildung Teil zu nehmen. Es spricht hierfür einmal der Umstand, dass die letzteren, in welche ja auch die achromatische Substanz des Kernes eingegangen ist, allmählich kleiner werden und sodann die weiterhin zu constatierende Thatsache, dass die fertige Spindel aus zwei Abteilungen besteht. Die Fasern sind nun zu Anfang von ganz ungleicher Länge, so dass sie teils in grösserer oder geringerer Entfernung vom Aequator endigen, vereinzelte aber auch diesen schon erreichen oder selbst über ihn hinausgehen. Die chromatische Substanz bildet die untere kolbige Anwellung derselben. In einigen Fällen kann man aber auch ein etwas abweichendes Verhalten bemerken, indem eine wechselnde doch nicht beträchtliche Anzahl von Strängen sofort von Pol zu Pol sich erstrecken. Diese erweisen sich dann als aus achromatischer Substanz und gleichmässig über ihre ganze Länge verteilten Microsomen zusammengesetzt (Fig. 10).

Findet sich diese Anordnung auch nur ausnahmsweise und nie über den ganzen Kern verbreitet, so wird sie doch dadurch interessant,

dass sie den Uebergang zu einem anderen Modus der Karyokinese bildet, wie ihn Carnoy [1]) bei den Neuropteren und zwar bei Panorpa communis beschreibt. Auch hier ist der Kern ausgezeichnet durch „la résolution fréquente de son noyau en sphérules éparses". Diese Kügelchen lösen sich weiterhin auch wieder in Stränge „tronçons filamenteux" auf.

Sobald die Spindelfasern sich vereinigt haben und also von Pol zu Pol reichen, findet man die chromatische Substanz unter der Form kurzer dicker Stäbchen unregelmässig über die ganze Spindel verteilt, ganz so wie Carnoy diesen Zustand als „bâtonnets épars" beschreibt (Fig. 11). Indem dieselben aber von beiden Seiten mehr und mehr nach dem Aequator rücken, kommt es hier zur Bildung einer regelmässigen Platte.

In diese Phase fallen noch zwei andere wichtige Veränderungen. Die eine betrifft die Kernmembran. Während diese bisher nur an den beiden Polen eine Unterbrechung ihrer Continuität gezeigt hat, findet man sie jetzt in ihrer ganzen Ausdehnung in sichtlicher Auflösung begriffen, so dass noch vor Vollendung der Aequatorialplatte keine Spur mehr von derselben zu entdecken ist. Auffallend ist, dass sie sich bei Sphinx Euphorbiae bedeutend länger hält.

Eine weitere merkwürdige Veränderung hat sich mit den Astern zugetragen. Sobald an den Polen der directe Zusammenhang derselben mit dem Kern hergestellt ist und die Spindel sich zu bilden beginnt, sieht man sie mehr und mehr sich von einander entfernen und nach dem Inneren der Zelle hineinrücken, so dass an Stelle des vierten Teiles der Kernperipherie, der früher zwischen ihnen lag, bald die Hälfte getreten ist, und sie also zwei diametralen Punkten des Kernes aufsitzen. Diese Position derselben fällt in das Stadium der zerstreuten Chromatinstäbchen (Fig. 11). Hierbei bleiben sie aber nicht stehen, sondern indem sie ihre Bewegung in der eingeschlagenen Richtung fortsetzen, geraten sie in eine solche Lage zur Aequatorialplatte, deren Ausbildung inzwischen weiter fortgeschritten, wenn auch noch nicht vollendet ist, dass sie der Zellbasis bedeutend näher liegen als diese, welche jetzt von einer geraden Verbindungslinie derselben gar nicht

[1]) l. c. p. 282 ff.

mehr getroffen wird, sondern oberhalb einer solchen zu liegen kommt (Fig. 12). Die Aster befinden sich demnach jetzt völlig im Protoplasma der Zelle innerhalb von deren Membran. Die Spindel selbst zeigt eine halbmondförmige Gestalt, indem sie mit ihrer Krümmung der oberen Zellgrenze, von welcher sie nur durch einen schmalen Zwischenraum getrennt ist, folgt. Die Concavität ihrer Biegung ist nach dem Centrum der Zelle gekehrt.

Die Mitte der Spindel mit der inzwischen ihre Vollendung erreicht habenden Aequatorialplatte zögert nun nicht, den nach dem Inneren der Zelle gerückten Astern alsbald nachzufolgen und so die Symmetrie der mitotischen Figur wiederherzustellen (Fig. 13).

Es sind dieses alles Erscheinungen, deren typische Wiederkehr und Aufeinanderfolge die Beobachtung einer grossen Zahl von Einzelfällen mich als ein feststehendes Gesetz hat erkennen lassen.

Ich muss dies um so nachdrücklicher hervorheben, als gerade diese auf den ersten Blick höchst complicierten Vorgänge im stande sind, über die bei der Kernteilung wirksamen Factoren positiven Aufschluss zu geben und ihr charakteristisches Hervortreten einen der Hauptvorzüge des von mir gewählten Objects bildet.

Die jetzt im Centrum der Zelle, doch meist der oberen Zellgrenze etwas näher als der Basis liegende völlig symmetrische Spindel scheint jetzt eine Zeitlang stationär zu bleiben. Wenigstens weist die Häufigkeit, mit der man dieses Stadium trifft, hierauf hin.

Von den einzelnen Teilen der Spindel verdient zunächst die Aequatorialplatte eine nähere Beschreibung. Die Chromatinstäbchen, welche diese constituieren, sind kurze dicke Elemente. Ein jedes ist etwa zwei- bis dreimal so lang als breit, an beiden Enden abgerundet und in der Mitte mit einer deutlichen Einschnürung versehen; seine Längsachse fällt in die Richtung der zugehörigen Spindelfaser. Die Gesamtzahl beträgt in jeder Aequatorialplatte 30 Stück. Ich fand sie in dieser Höhe bei 13 tadellosen Querschnitten der Spindel in jedem einzelnen Falle wieder. Ich muss also, wie ich dies schon für Helix gethan habe, so auch hier die Annahme vertreten, dass ihre Zahl eine constante ist. Wofern man nur bei der Zählung exact verfährt, alle nicht völlig genauen Querschnitte oder schon in Teilung begriffene oder noch nicht völlig geordnete Aequatorplatten ausschliesst, wird sich dieses Factum

auch wohl sonst noch bestätigen lassen, nachdem Rabl [1]) beim Salamander zuerst darauf aufmerksam geworden ist. Die Chromatinstäbchen sind meist so angeordnet, dass etwa die Hälfte (15—16 Stück) derselben sich zu einem peripheren Kranz vereinigt von dem in der Mitte befindlichen Rest abgrenzen lässt. Die Aequatorialplatte selbst wird von einem hellen Hof umsäumt, der peripher, das heisst da, wo er an das dunklere Protoplasma grenzt, seine grösste Helligkeit besitzt, während er centralwärts allmählich wieder etwas dunkler wird. Er ist nicht immer gleich deutlich ausgesprochen und von wechselnder Breite.

Die achromatische Spindel selbst lässt mit grosser Deutlichkeit zwei Absätze erkennen. Sie zeigt einen mittleren kugeligen Teil, welcher die chromatischen Elemente trägt und namentlich an den beiden von diesen abgewandten Seiten dunkler erscheint und zwei kegelförmige Aufsätze, von deren Spitze die Aster ausgehen (Fig. 12—15). Diese Differenzierung tritt hervor, sobald die Kernmembran völlig geschwunden ist, während also die Aequatorplatte noch nicht völlig geordnet ist (Fig. 12), und hält sich bis zur vollendeten Dislocation der letzteren (Fig. 16). Ich halte dafür, dass die kegelförmigen Aufsätze den früheren Polkegeln, also dem Protoplasma entstammen, die kugelige Partie aber ihren Ursprung den Kernbestandteilen verdankt. Die Spindelfasern gehen durch beide Teile ununterbrochen hindurch. Es bildet dieser Befund ein interessantes Analogon zu der von R. Hertwig [2]) bei der Kernteilung von Actinosphaerium Eichhorni beschriebenen Constitution der Spindel, nur dass hier die Differenzierung noch viel weiter ausgebildet ist.

Die Aster haben zu dieser Zeit ihre grösste Ausdehnung erreicht und schicken ihre Strahlen von den Polen aus durch die ganze Zelle. Die zu diesem Zweck eingetretene Metamorphose des Protoplasma ist früher schon beschrieben, worauf ich hier verweisen muss.

Die Orientierung der ganzen Spindel ist, wie erwähnt, von ihrer ersten Anlage eine solche, dass ihre Axe parallel der Zellbasis verläuft, und in dieser Lage findet man sie auch jetzt regelmässig. In den seltenen Fällen, wo sie etwas schräg verläuft (Fig. 11), hält es nicht schwer, in einer eigentümlichen Form der Zelle oder einer Be-

[1]) Ueber Zellteilung. Morph. Jahrb. Bd. X. 1885. p. 214—330.

[2]) Die Kernteilung bei Actinosphaerium Eichhorni. Jena 1884.

einträchtigung derselben von Seiten ihrer Nachbarinnen nach dieser oder jener Seite hin das bestimmende Moment für diese Abnormität nachzuweisen.

Da die Aster die Tendenz haben, sich in den freien Hohlraum des Follikels hinein zu Anfang zu entwickeln, so muss z. B., wenn die Spitze der Zelle auf der einen Seite von einer benachbarten überlagert wird, die Spindel sich auf der anderen freien Seite entfalten, wie dies bei Fig. 11 der Fall ist. Nie jedoch kommt sie hierbei senkrecht auf die Zellbasis zu stehen.

Die Teilung der aequatorialen Chromatinelemente erfolgt nun stets in der Längsrichtung. Man zählt, sobald sie deutlich ausgesprochen ist, auf Längschnitten, statt der sonst hier wahrnehmbaren 6 oder 7 dicken Stäbchen, jetzt 12—14 eben so lange aber nur halb so breite hantelförmige, das heisst mit kolbig angeschwollenen Enden versehene Elemente. In der Mitte liegen sie meist dichter, sich selbst teilweise verdeckend. Dieser Umstand sowie die Benutzung der Mikrometerschraube lehrt, dass von den beiden aus der Teilung hervorgehenden Elementen häufig das eine der Spindelaxe etwas näher liegt als das andere, ohne dass aber diese Regel allgemeine Gültigkeit habe, vielmehr scheint die Teilungsebene in bezug auf die Spindelaxe keinem bestimmten Gesetze der Orientierung zu folgen. Ich muss auf die erwähnte Erscheinung deshalb Gewicht legen, weil dadurch der Anschein erweckt werden kann, als ob die beiden Tochterstäbchen auf derselben Spindelfaser auseinander rückten, während dies doch, wie man an den seitlichen Exemplaren deutlich erkennen kann, auf zwei getrennten Spindelfasern geschieht, die aber im ersteren Fall sich mehr oder weniger verdecken. Es muss also auch eine Längsteilung der Spindelfasern stattfinden, falls sie nicht schon von vornherein doppelt angelegt sind, was sich wohl kaum wird entscheiden lassen; doch sprechen hierfür die früher von mir bei Helix beschriebenen Vorgänge.

Ich muss hierin abermals Carnoy widersprechen, welcher angiebt, dass die Producte der Teilung auf derselben Spindelfaser auseinander rücken. Er ist hier übrigens mit sich selbst im Widerspruch, da er annimmt, dass die Chromatinstäbchen auch ungeteilt abwechselnd nach verschiedenen Polen sich bewegen können, was dann doch notwendig auf getrennten Spindelfasern geschehen muss. Dass aber zwischen diesen

beiden Arten der Dislocation, falls sie neben einander bestehen, ein so tiefgreifender Unterschied obwalten sollte, ist wenig wahrscheinlich.

Ich muss nach meinen seitherigen Beobachtungen daran festhalten, dass jedem Chromatinelement nach der Teilung eine besondere Spindelfaser zugehört, auf welcher es seinen Weg nach dem zugehörigen Pole zurücklegt.

Die Trennung erfolgt nun in der Weise, dass die beiden Tochterstäbchen sich nach entgegengesetzten Richtungen an einander verschieben, so dass sie mit einem immer kleineren Teil ihrer Länge sich gegenüberstehen, bis sie ausserhalb eines jeden Zusammenhanges sind. Drehungen nach der einen oder anderen Seite hin sind hierbei häufig wahrzunehmen, lassen aber keine bestimmte Regel erkennnn (Fig. 16). Unmittelbar im Anschluss hieran erfolgt eine starke Zusammenziehung der Spindel in ihrem Querdurchmesser, der dabei fast auf die Hälfte reduciert wird (Fig. 17). Es war also die starke Querspannung vorher nur durch die Anhäufung der dicken primären Stäbchen bedingt. Infolge des erwähnten Vorganges werden die Tochterstäbchen einander stark genähert und zum völligen Parallelismus zurückgeführt, um in dieser Lage in geschlossener, geradliniger Phalanx gegen die Pole vorzurücken (Fig. 17).

Die Scheidung der Spindel in einen centralen kugeligen Teil und zwei periphere conische Aufsätze ist damit verschwunden.

Die nach den Polen hin zunehmende Convergenz der Spindelfasern bewirkt, dass die Stäbchen der immer weiter sich von einander entfernenden Polplatten mehr und mehr zusammengedrängt werden. Die Ordnung, welche bisher zwischen ihnen geherrscht hatte, wird dadurch gestört. Einzelne, besonders die seitlichen, werden über die Front hinausgeschoben, andere bleiben etwas zurück, so dass sie, anstatt wie früher in einfacher Reihe, jetzt in ungeordneter Anhäufung erscheinen, zum Teil mit einander verschmolzen, wenn dies nicht nur eine Wirkung der angewandten Reagentien ist (Fig. 18). Die eigentlichen Pole, das heisst die Centra, von wo Asterstrahlen und Spindelfasern ausgehen, werden von ihnen nicht erreicht, sondern sie nähern sich diesen nur auf eine bestimmte freilich nur geringe Entfernung, um sich dann zu neuen Kernen umzubilden. Während dieser Vorgänge streckt sich die ganze Spindel beträchtlich in die Länge, die Pole nähern sich den

Zellgrenzen und die Aster platten sich dementsprechend mehr und mehr ab. Doch würden dieser Ausdehnung enge Grenzen gesteckt sein, wenn sie nicht dadurch begünstigt würde, dass die ganze Zelle eine Verlängerung im gleichen Sinne zeigt, so dass ihr Durchmesser in dieser Richtung fast die doppelte Grösse erreicht, während er umgekehrt senkrecht hierauf entsprechend abnimmt.

Das Auftreten einer Zellplatte konnte ich an den zahlreichen Exemplaren dieses Stadium, welche mir vor Augen kamen, nirgends constatieren.

Da die Follikelwand eine bestimmte Krümmung besitzt, so wird sie diese auch der längs ihr aufsitzenden, gestreckten Zelle mitteilen müssen. Die letztere kann nun aber diesem Einfluss eine Zeitlang entgehen, indem sie erstere entsprechend ihrer Form ausbuchtet (Fig. 18 und 19). Sowie aber die bald auftretende Einschnürung im Aequator einen stärkeren Grad erreicht hat, lässt die hier verringerte Widerstandsfähigkeit ihn zur Geltung kommen, und das Resultat ist eine Knickung der Zelle, deren Winkel nach dem freien Hohlraum des Follikels geöffnet ist, während der Scheitel an die Wandung desselben anstösst. Die Längsaxen der beiden Tochterzellen convergieren jetzt mit einander und durch die stetige Abnahme des Winkels, unter welchem sie zusammenstossen, muss diese Convergenz schliesslich in Parallelismus übergehen, so dass nach vollendeter Trennung die Hälften der noch wohl erhaltenen Spindelfasern sowie die in gleicher Richtung verlaufenden Protoplasmastränge senkrecht auf die Wandung des Follikels orientiert sind. Dieses Verhalten ist ein streng gesetzmässiges, so dass ich die hier von den Astern bewirkte ausgeprägte Structur des Protoplasma zu Rückschlüssen über seine Anordnung vor der ersten Teilung verwerten konnte, denn die zweite Teilung ist jetzt schon im vollen Gange, schliesst sich also unmittelbar an die erste an.

Um dies zu verstehen, ist es nötig, die Veränderungen, welche inzwischen mit der chromatischen Substanz der Tochterzellen vorgegangen sind, näher zu betrachten. Sobald die Einschnürung im Aequator, welche meist von der dem Lumen des Follikels zugewandten Seite rascher tiefer greift, einen gewissen Grad erlangt hat, sieht man die Polplatten einmal mehr und mehr aus dem Bereich der Spindelfasern und zwar in der Richtung nach dem Hohlraum des Follikels hin heraus-

gedrängt werden und sodann einen immer deutlicher hervortretenden hellen Hof um sie ausbilden (Fig. 19). An der Grenze dieser Aureole entsteht die Membran des neuen Kernes, und zwar sieht man sie an der nach dem früheren Aequator gerichteten Seite zuerst erscheinen (Fig. 21). Bald hat sie sich zu einem völligen, geschlossenen Kreis vereinigt und birgt dann in ihrem Inneren die zu einer grösseren oder geringeren Anzahl unregelmässig verteilten Kügelchen aufgelöste chromatische Substanz. In Stadien, wie Fig. 19 eines zeigt, glaube ich den Zusammenhang der Spindelfasern an den Polen deutlich erkennen zu können.

Da die Spindelfasern in dieser Phase noch ziemlich unversehrt vorhanden zu sein scheinen, so kann wohl kaum ein beträchtlicherer Teil derselben in die Formation des neuen Kernes mit eingehen, wie dies auch Carnoy annimmt, mit dem ich in dieser Beziehung übereinstimmen muss.

Der Kern erscheint in dieser Generation von Spermatocyten gegenüber den Mutterzellen beträchtlich verkleinert, so dass sein Durchmesser nur etwa halb so lang ist, wie bei jenen; er ist, wie dort, völlig kugelig. Ebenso ist das Protoplasma geringer, ohne dass diese Verluste durch nachträgliches Wachstum in erheblichem Grade ersetzt würden. Die angeführten Merkmale sind im Verein mit dem gleich zu beschreibenden eigentümlichen Verhalten hervorragend genug, um die jüngere Zellgeneration von den älteren sicher unterscheiden zu können. Namentlich ist auch der Umstand noch bemerkenswert, dass die sphärischen Körperchen im Kern bestehen bleiben und direct als solche in die Formation der Spindel wieder aufgehen. Die Kerne zeigen also nie ein Netzwerk oder eine Knäuelfigur. Die Spindelfasern, welche sich anfangs noch gut von dem umgebenden Protoplasma unterscheiden liessen, werden den Strängen desselben immer ähnlicher, so dass sie sich nicht mehr davon abgrenzen lassen. Sie gehen, wie diese, in die Bildung der neuen Aster über, welche inzwischen aufgetreten sind. Hierbei zeigen sie, während sie anfangs nach dem Kern zu convergierten, eine immer mehr sich verstärkende Divergenz nach den beiden Polen (Fig. 22).

Da die Durchschnürung im Aequator oft eine beträchtliche Verzögerung erleidet, die Entwickelung der Kerne aber stetig fortschreitet,

so kann es geschehen, dass, während die Tochterzellen noch in grösserer oder geringerer Ausdehnung zusammenhängen, sich bereits die neue Teilung einleitet. Diese geschieht dann, wie man leicht constatieren kann, senkrecht auf die erste, obwohl auch in diesem Fall parallel zur Zellbasis, was durch die zur Lösung der jungen Spermatocyten führende Knickung bedingt wird. Die neuen Aster treten hierbei sofort an zwei diametralen Stellen des auch dieses Mal der oberen Zellgrenze, wie sich von selbst ergiebt, nahe liegenden Kernes auf. Sie liegen meist im Inneren des Protoplasma, selten trifft man den einen oder anderen anfangs über die Zellmembran hinausragend an (Fig. 22). Zuweilen macht es den Eindruck, als würde der noch undeutlich vorhandene Aster der Mutterzelle als solcher wieder verwendet (Fig. 21).

Die bei der zweiten Teilung sich abspielenden Vorgänge sind wegen der geringen Grösse der Kernbestandteile etwas schwieriger zu verfolgen. Es gelang mir jedoch nicht, bemerkliche Differenzen von den bereits beschriebenen Processen zu beobachten, abgesehen davon. dass, wegen der Abweichungen in der ersten Anlage der Spindel, Lageveränderungen dieser nur wenig hervortreten. Dagegen zeigt die Ausbildung derselben, die longitudinale Teilung und die Dislocation der Stäbchen der Aequatorialplatte völlige Uebereinstimmung mit den entsprechenden, bereits bekannten Phasen der ersten Teilung.

Erst die letzten Stadien lassen einige wesentliche Differenzen erkennen, da sie zur Bildung der Spermatiden, aus denen die Samenfäden direct sich entwickeln, führen.

Sobald der helle Hof um die Polplatten sich gebildet hat, lösen sich von den benachbarten Enden der Spindelfasern eine Anzahl Körnchen ab, die, mehr und mehr mit einander verschmelzend, wenige etwas grössere, kugelige Elemente bilden (Fig. 23 und 24). Auch diese vereinigen sich im weiteren Verlauf und führen so zur Bildung eines homogenen Körpers von geringer Dimension. Er ist von der Länge des vierten Teiles des Kerndurchmessers. Der grössere Rest der Spindelfasern zerfällt ebenfalls körnig und wandelt sich in einen mit Haematoxylin sich etwas dunkler färbenden runden granulierten Körper um, an dessen Bildung übrigens auch das Protoplasma noch einen nicht unbeträchtlichen Anteil zu nehmen scheint. Es ist dieses der Nebenkern, der in diesem Fall also beträchtliche Dimensionen erreicht,

so dass er den Kern um das vier- bis fünffache im Durchmesser übertrifft (Fig. 24). Der Kern selbst ist freilich nur von geringer Grösse, entsprechend der Einbusse, die er durch die doppelte Teilung erlitten hat. Er zeigt kugelige Form und eine deutliche Membran, welcher die körnige chromatische Substanz zum grössten Teil angelagert ist. Es stimmen diese Befunde völlig mit den Angaben v. la Valette's [1]) für die Spermatogenese von Blatta germanica überein. Auch hier finden sich neben dem Nebenkern, welcher den Spindelfasern seinen Ursprung verdankt, noch davon unabhängige Körnchen. Auch das weitere Verhalten des Nebenkernes zeigt grosse Uebereinstimmung, wenn er sich auch nicht teilt, so beteiligt er sich doch in derselben Weise, wie bei Blatta, an der Bildung des Geiselfadens des Spermatosoms, während der Kopf aus dem Kern entsteht. Ich muss mir vorbehalten, hierauf gelegentlich weiterer spermatologischer Mitteilungen noch näher einzugehen.

Beim Nachforschen nach analogen Verhältnissen der Karyokinese, wie ich sie soeben geschildert habe, sind mir hauptsächlich zwei Fälle bemerkenswert erschienen. Der eine betrifft die Teilung der Flimmerepithelien, worüber ich auch eigene Beobachtungen mitzuteilen habe, der andere erstreckt sich auf die Resultate, welche eine Anzahl von Forschern über die Anordnung der Kernteilungsfiguren im Centralnervensystem und der Retina von Wirbeltierembryonen erhalten haben.

Ich beginne mit einer kurzen Auseinandersetzung der letzteren. Der erste, welcher hierüber Mitteilungen gemacht hat, ist Altmann [2]). Bei Untersuchungen über die Entwickelung des Hühnchens während der ersten 6 Tage gelangte er zu dem Resultat: „Dass alle Ausstülpungen des Ectoderms und Entoderms, sowie diese selbst, wo sie eine mehr als einfache Zellenlage haben, fast ausschliesslich nur in derjenigen Schicht Kernteilungsfiguren zeigen, welche der Aussenseite des ehemaligen Ectoderms und Entoderms entspricht, d. h. in derjenigen Schicht, welche vom Mesoderm am weitesten abliegt."

---

[1]) l. c. cf. S. 350.

[2]) Ueber embryonales Wachstum. Leipzig. April 1881.

Am stärksten trat dies hervor an Gehirn und Rückenmark, wo die centrale Hirnhöhle und der Centralkanal sich mit einer fast continuierlichen Schicht von Kernteilungsfiguren umgeben zeigte. „Eine zweite ebenso allgemeingültige Thatsache besteht darin, dass die Richtung der Teilungen fast ausschliesslich parallel geht den Grenzflächen jener primitiven Organe, nicht senkrecht zu denselben.“

„Das Flächenwachstum jener primitiven Organe geschieht also in directer Weise durch Zellvermehrung; in bezug auf das Dickenwachstum werden wir annehmen müssen, dass es durch Zellverschiebung vor sich geht.“

Bestätigung fanden diese Angaben zunächst durch N. Uskoff [1]) für das embryonale Gehirn und Rückenmark von Fischen, Kaninchen und Hühnchen, sowie durch V. Vignal [2]) für das Medullarrohr von Säugetierembryonen.

Ausführlichere Angaben macht ferner L. Merk [3]) in seiner schönen Arbeit hierüber. Er untersuchte junge Embryonen der Natter (Tropidonotus natrix). In bezug auf das Hirnrohr sagt er: „Fasst man nun eine der mittleren Stellen in's Auge, so zeigt sich dieselbe aufgebaut aus längsovalen, radiär gestellten Kernen, die in ein körniges Protoplasma eingebettet sind, an welchem man gleichfalls eine radiäre Streifung erkennen kann.“ „Gleichsam als Ersatz für die mangelnden Mitosen in den übrigen Schichten findet sich in der innersten Schicht kaum ein Kern, der sich nicht in Teilung befände.“

In den übrigen Lagen fand er nur ausnahmsweise karyokinetische Figuren. „Ein fernerer Umstand, der auffällt, ist der, dass die Teilungsebene radiär, also nahezu senkrecht auf die Ventrikelwand gerichtet ist, so dass die beiden neuen Kerne fast nie in radiärer Richtung hinter einander, sondern neben einander zu liegen kommen.“ In gleicher Weise fand er die Mitosen, wenn auch in geringerer Anzahl, bei etwas älteren Embryonen verteilt und angeordnet. Nur das Kleinhirn zeigte sie von seiner ersten Anlage an in seiner ganzen Dicke. Erst in später Zeit fand Merk auch in der übrigen Substanz des Gehirns Mitosen.

[1]) Arch. f. mikrosk. Anat. Bd. XXI.

[2]) Gazette des hôpitaux. Nr. 67, 10 Juin 1882.

[3]) Ueber die Anordnung der Kernteilungsfiguren im Centralnervensystem und der Retina bei Natterembryonen. Sitzungsber. der kais. Akad. d. Wissensch. III. Abt. October-Heft 1885.

Auch beim Rückenmark erwähnt er die streifige Structur des Protoplasma in radiärer Richtung. Kernteilungen fanden sich selbst in späteren Stadien fast ausschliesslich um den Centralkanal und führten zur Bildung von neben einander liegenden Zellen.

Die Retina liess völlig das gleiche Verhalten hinsichtlich des Protoplasma erkennen. Als Prädilectionsstelle für die Mitosen erwies sich die dem Mesoderm zugewandte, also vom Glaskörper möglichst entfernte Fläche des distalen Blattes. Die Teilungsrichtung war fast ausschliesslich parallel der Grenzoberfläche.

Rauber [1]) gelangte hauptsächlich durch Untersuchung von Froschlarven zu dem Resultate, dass das Dickenwachstum der Hirnwand nicht von deren Flächenwachstum abzuleiten sei, dass zahlreiche Kernspindeln senkrecht zur Oberfläche ständen und die Mitosen sich über sämtliche Schichten gleichmässig verteilt fänden.

Diese Mitteilung musste Befremden erregen, zumal weiterhin von Koganëi [2]) bei Untersuchung der Retinaentwickelung von verschiedenen Wirbeltieren (Huhn und Kaninchen, sowie einige Stadien von Schwein, Lamm und Katze) ebenfalls eine einzellige „Proliferationszellenlage" gefunden wurde.

Doch führten weitere Untersuchungen sowie die Verbesserung der Methoden Rauber [3]) später zu einer Ansicht, die sich den mitgeteilten schon mehr nähert.

Er erkennt jetzt auch bei dem Gehirn von Froschembryonen neben dem Dickenwachstum, durch „ultraventriculare" Mitosen bedingt, auch noch ein solches durch Flächenwachstum des Epithels und Hineinrücken der Zellen in die tieferen Lagen an.

In früheren Stadien ist das Epithel Prädilectionsstelle der Mitosen. Für die späten Stadien bezieht er sich auf eine Angabe von Pfitzner [4]), welcher ältere Salamanderlarven (von 22 mm Länge) untersuchte und keine von den Mitosen bevorzugten Stellen fand.

---

[1]) Ueber das Dickenwachstum des Gehirns. Sitzungsbericht der naturforsch. Gesellsch. zu Leipzig. IX. Jahrg. 1882.

[2]) Untersuchungen über die Histiogenese der Retina. Arch. f. mikroskop. Anat. Bd. XXIII.

[3]) Die Kernteilungsfiguren im Medullarrohr der Wirbeltiere. Arch. f. mikrosk. Anat. Bd. XXVI.

[4]) Arch. f. mikrosk. Anat. Bd. XX.

In gleicher Weise bestätigt er für das Medullarrohr und die Retina das Ueberwiegen der „ventricularen“ Kernteilungsfiguren, wenn er auch daneben noch das häufige Vorkommen von ultraventricularen Mitosen betont. Auf letzteren Punkt möchte er auch bei der Natter, für welche er im allgemeinen sich den Angaben Merk's anschliesst, mehr Gewicht gelegt wissen, sowie auf das Vorhandensein von schräg und, wenn auch selten, selbst radiär gerichteten Spindeln neben den gewöhnlich sich findenden, die in tangentialer Richtung streichen.

Das Gesamtergebnis lässt sich mit folgenden Worten Rauber's wiedergeben: „Zu einer Zeit, in welcher weder im Medullarrohr noch in der Retina bereits Gefässe eingedrungen sind und eine Schichtengliederung noch vollständig fehlt, lässt sich nicht verkennen, dass die äussere Zellschicht, d. h. diejenige, welche den ursprünglichen Augenblasenventrikel begrenzt und dem späteren Pigmentblatt benachbart ist, als Prädilectionsschicht der retinalen Mitosen fungiert.“

Doch finden sich solche auch häufig in der zweiten Schicht und selbst, wenn auch selten, an noch entfernteren Stellen.

Die bevorzugte Richtung der Teilungsebene ist entschieden die radiale.

Das Gleiche gilt für das Medullarrohr und, wenn auch nicht so streng, für das Hirnrohr.

Ueber die Regeneration des Flimmerepithels liegen Mitteilungen von Drasch und Bockendahl für die Trachea und von Flemming für den Eileiter vor.

Während Drasch [1]) eine freie Kernbildung annimmt, fand Bockendahl [2]), wenn auch nicht häufige, Mitosen bald zwischen den Basalzellen, bald höher oben, endlich auch nahe dem freien Rande. Die Richtung der Teilung war wechselnd.

Flemming [3]) fand zahlreiche Mitosen im Eileiterepithel bei Kaninchen und Katze. Er sagt hierüber: „Die Mitosen liegen keineswegs

[1]) LXXXIII. Bd. d. Sitzungsberichte d. k. Akademie d. Wissensch. III. Abt, Mai-Heft. Jahrg. 1881. — LXXX. Bd. d. Sitzungsberichte d. k. Akademie d. Wissensch. III. Abt. October-Heft. Jahrg. 1879.

[2]) Ueber die Regeneration des Trachealepithels. Arch. f. mikroskop. Anatomie. Bd. XXIV. p. 361.

[3]) Ueber die Regeneration verschiedener Epithelien durch mitotische Zellteilung. Arch. f. mikrosk. Anat. Bd. XXIV. p. 371.

nur ganz in der Tiefe, sondern ziemlich ebenso oft auch in der Mitte zwischen Bindegewebe und Flimmerfläche, ja gar nicht selten auch näher an der letzteren (p. 375).“ „Die Teilungsaxen liegen auch hier meist schräg, oft auch parallel zur Bindegewebsfläche (p. 376).“

Während er die schräge Lage der Spindel als die gewöhnliche bei Teilungen der Epithelien beschreibt, sagt er für das Flimmerepithel: „Doch kommt hier auch häufig genug eine quere Stellung der Axen vor, während ich eine rein senkrechte noch nie sichergestellt habe (p. 390).“

Während ihm also die Häufigkeit der queren Lage der Spindel aufgefallen ist, findet sich über Lageveränderungen des Kernes keine Angabe. Der Grund hierfür liegt darin, dass solche sich in den niedrigen Zellen wohl kaum exact constatieren lassen.

Ganz anders verhalten sich in dieser Beziehung die hohen schlanken Flimmerzellen des Nebenhodens, wo derartige Veränderungen bei der Constanz, mit welcher der Kern im Ruhezustand an der Basis gelagert ist, leicht hervortreten.

Ich wurde hierauf aufmerksam, als ich gelegentlich spermatologischer Untersuchungen zahlreiche Mitosen in der Epididymis der Maus fand. Die Basalzellen sind hier nur wenig entwickelt; man findet sie als von Strecke zu Strecke der Wand angelagerte, ovale Kerne mit spärlichem Protoplasma. Die Zellvermehrung geht nun nicht von ihnen aus, obgleich die Möglichkeit nicht ausgeschlossen bleibt, dass mir Mitosen derselben wegen ihrer Seltenheit entgangen sind, sondern von den eigentlichen Flimmerzellen.

Als Vorläufer tritt zunächst eine beträchtliche Zunahme ihres Volumen auf. Sie schwellen besonders in ihren oberen Partieen mächtig an und erhalten dadurch eine kolbenförmige Gestalt. Diese Vergrösserung scheint vorwiegend auf Kosten der ungeformten, also flüssigen, Zellbestandteile zu geschehen. Es spricht hierfür die hyaline Beschaffenheit derselben, besonders erscheint immer ein ziemlich breiter heller Hof um den gleichfalls stark vergrösserten Kern. Während man diesen sonst stets in der Nähe der Basis trifft, liegt er jetzt constant sehr nahe an der oberen Zellgrenze, und hier finden auch die weiteren Umformungen desselben, welche zur Teilung führen, statt. Stets entwickelt sich die Spindel hierbei parallel der Zellbasis, selten erscheint sie etwas

schräg und nie erreicht diese Abweichung höhere Grade. Es muss dies um so mehr auffallen, als dies in den schmalen langen Zellen gerade die ungünstigste Lage für ihre Ausdehnung ist. Eigentümlich ist, dass die Knickung, wodurch schliesslich die beiden Tochterzellen getrennt werden, die Spitze ihres Winkels nach dem Lumen des Kanales wendet (Fig. 25), also in umgekehrter Richtung erfolgt, wie bei den Hodenzellen der Lepidopteren. Doch beruht dies wohl auf rein mechanischen Ursachen, denn da die Zelle bei der Teilung wie ein Keil zwischen ihren Nachbarinnen eingeschoben erscheint, so wird sie in ihren unteren Partieen stärker zusammengedrückt, wie oben, was eine Biegung nach letzterer Richtung zur Folge haben muss (Fig. 26).

Modificationen der Karyokinese.

a) Teilung zweier Kerne innerhalb desselben Protoplasma.

Von hohem Interesse ist mir von Anfang an die Lösung der Frage erschienen, wie sich zwei Spindeln verhalten, die sich neben einander in demselben Protoplasma entwickeln. Als Resultat meiner Untersuchungen halte ich mich für berechtigt, den Satz aufzustellen: Zwei Spindeln, die in dem Protoplasma derselben Zelle sich ungehemmt neben einander entwickeln, zeigen die Tendenz, ihre Axen senkrecht auf einander zu stellen!

Die Vorgänge bei der Teilung der samenbildenden Zellen von Helix sind wenig geeignet, hierüber Licht zu geben. Einmal ist hier die erste Anlage des Knäuels und damit auch der Spindel von dem Nebenkern abhängig, und sodann liegen die Zellen dicht gedrängt Das Protoplasma kann daher nicht den entwickelnden Spindeln conform sich gestalten, sondern letztere müssen sich ersterem anpassen, was besonders bei einer unregelmässigen Gestalt der Zelle, wie sie sich häufig findet, die Feststellung einer bestimmten Regel fast unmöglich machen kann. In Zellen, welche zwei Kerne und zwei Nebenkerne enthalten, herrscht in der Regel eine solche Anordnung vor, dass diese Elemente die Form eines Kreuzes bilden, d. h. die Verbindungslinie der beiden Kerne steht senkrecht auf der der beiden Nebenkerne,

wie dies auch v. la Valette [1]) abbildet. Auf diese Weise nehmen sie am wenigsten Platz in der Zelle ein. Bilden sich nun die Spindeln, so müssen sie dem entsprechend anfangs mehr oder weniger parallel zu einander zu liegen kommen. Man bemerkt aber auch hier, dass, je weiter die Teilung fortschreitet, sie sich drehen, so dass sie schliesslich fast senkrecht auf einander stehen. Es ist dies in der That die mechanisch günstigste Lage für eine ungehemmte Ausdehnung derselben. Jede Spindel kann in diesem Fall die denkbar grösste Länge erreichen, indem ihre Pole schliesslich nur durch den Querdurchmesser der anderen getrennt sind, sie muss sich hierbei allerdings krümmen. In jedem anderen Fall muss sie aber kürzer bleiben, oder, anstatt eines einfachen Bogens, eine complicierte krumme Linie beschreiben.

Die Fälle, wo bei den von mir untersuchten Lepidopteren die Teilung des Protoplasma nach geschehener Kernteilung unterblieb, sind nur sehr wenige.

Es geschieht dies nur bei ganz ausserordentlicher Entwickelung des Protoplasma. Solche Beispiele sind dafür aber auch um so wertvoller, da die Spindeln hier ganz unbeeinflusst von äusseren Momenten sich entwickeln und recht wohl auch eine andere Lage einnehmen könnten, ohne sonderlich bei ihrer Ausdehnung gehindert zu sein. Eine derartige Riesenzelle zeigt Fig. 27. Es befinden sich in derselben zwei Spindeln. Die eine derselben stellt sich im Längsschnitt dar, bei der anderen fiel zunächst der eine Aster in der Polansicht in die Augen, bei etwas tieferer Einstellung erschien die zugehörige Polplatte. Interessant ist der Uebergang der von den Polen ausgehenden Protoplasmastrahlen von einer Spindel zur anderen. Ferner ist die excentrische Lage der beiden Mitosen auffallend. Sie liegen hart an der Zellgrenze, als stiessen sie einander ab.

b) *Unvollkommene Karyokinese.*

Zu Eingang wurde erwähnt, dass die Bildung der Spermatocyten im Centrum des Hodens zuerst Platz greift und dass in der Peripherie noch lange Zeit die kleinen Spermatogonien bestehen bleiben. Ist auch die Karyokinese bei letzteren schwer zu verfolgen, so lässt sie doch

[1]) l. c. (cf. S. 350). Taf. I. Fig. 31.

einige interessante Abweichungen von dem früher beschriebenen Verhalten in den Spermatocyten erkennen. Zunächst konnte ich hier sehr oft ganz reguläre Knäuelfiguren erkennen. Es hängt dies wohl damit zusammen, dass die Teilung hier weniger rapid verläuft, so dass für die Ausbildung eines Knäuels Zeit gelassen ist. Es stimmt dies ferner auch zu den Angaben von Mayzel [1]) und Carnoy, welche an den Hodenzellen von Raupen ihre Untersuchungen anstellten. Solche auffallende Differenzen in der Zellteilung während der verschiedenen Entwickelungsstadien eines Tieres stehen nicht vereinzelt da. Betont doch Carnoy selbst wiederholentlich, dass in demselben Hoden die verschiedenen Zellgenerationen bedeutende Differenzen hinsichtlich der Karyokinese zeigen können. Es kann dies selbst soweit gehen, dass directe und indirecte Teilung neben einander hergehen können, wie er es bei den Crustaceen beschreibt. Konnte ich auch etwas derartiges bei meinen Objecten nicht beobachten, so zeigten doch oft ganze Reihen von Follikeln einen Teilungsmodus an ihren Zellen, der das höchste Interesse in Anspruch nehmen muss. Die Zellen waren etwas grösser, als die umliegenden Spermatogonien und trugen einen runden oder etwas ovalen Kern, der ein achromatisches Gerüst mit unregelmässig verteilten Chromatinkörnchen zeigte (Fig. 28).

Die Karyokinese leitete sich nun damit ein, dass diese Stränge parallel sich ordneten, die queren Verbindungen lösten und nach zwei diametral gegenüberliegenden Polen convergierten; sie schienen hier direct mit einander zusammenzuhängen, also einen Knäuel zu bilden. Das ganze Gebilde streckte sich dann meist etwas und die Körnchen wichen etwas von den Polen zurück. Damit war die einzige Andeutung einer Aequatorialplatte gegeben; Aster sah ich nicht (Fig. 29), oder nur angedeutet.

Weiterhin rückten die Chromatinkörnchen, die gar keine weiteren Veränderungen bei diesen Vorgängen zeigten, abwechselnd die einen auf dieser, die anderen auf jener Spindelfaser nach entgegengesetzten Polen, ebenfalls ohne alle Ordnung, auseinander, so dass einige früher, die anderen später dort anlangten (Fig. 30). Die Spindel streckte sich

---

[1]) Ueber die Kernteilung bei Liparis und anderen Sphingiden. Veröffentl. der Gesellsch. Poln. Naturforscher und Aerzte. Krakau 1881. Nr. 5. — Vergl. Hofmann u. Schwalbe's Jahresb. T. X. 1882. p. 24.

mehr und mehr, die Zelle zeigte im Aequator eine Einschnürung (Fig. 31), trennte sich hier und alsbald bildeten sich die beiden neuen Kerne in den Tochterzellen, die das schon beschriebene Bild boten. Ob man diesen Process für normal halten muss und nicht vielmehr für ein Zeichen von Entartung dieser Zellen, will ich dahingestellt sein lassen; für das Verständnis der Karyokinese ist er im hohen Grade lehrreich.

Dass sich in diesem Fall die chromatischen Elemente nicht teilen, ist wohl darauf zurückzuführen, dass sie vorher auch keine Verschmelzungen eingegangen sind.

Theoretischer Teil.

Die Mittel, welche für den Aufbau einer Theorie der Zellteilung zu Gebote stehen, lassen sich passend in drei Kategorieen ordnen. Es sind dies:

1) Die in der Zelle und deren Kern vorgehenden chemischen Processe und die Wirkung der durch diese erzeugten Stoffe.
2) Die in jeder lebenden Zelle stattfindenden Plasmaströmungen und Protoplasmabewegungen, die allerdings zum Teil eine Folge der eben erwähnten Umsetzungen (1) sind, zum Teil aber auch äusseren oder zur Zeit noch unbekannten Agentien ihre Ursache verdanken.
3) Hypothetische Molecular- uud Attractionskräfte.

Je nachdem man das eine oder andere Moment in den Vordergrund stellt, lässt sich auf diese Weise eine chemische, eine mechanische und eine Attractions- oder Moleculartheorie der Zellteilung begründen.

Der letztere Weg ist nun der seither fast ausschliesslich betretene. Derselbe setzt allerdings dem Spielraum der Phantasie die weitesten Grenzen, verleiht aber auch den auf diese Weise gewonnenen Theorieen um so weniger Wert, so geistreich sie auch sonst sein mögen. Ueber die in der Zelle thätigen Anziehungskräfte, mögen sie nun electrischer Natur sein, wie Fol [1]) meint, oder irgend eine andere Ursache haben, wissen wir zur Zeit nichts Positives. Man ist daher berechtigt, an

[1]) Recherches sur la fécondation et le commencement de l'hénogenie chez divers animaux. Genève. 1879.

ihrer Existenz überhaupt zu zweifeln, so lange bis sie bewiesen ist. Dann verliert aber auch das ganze Gebäude der darauf errichteten Theorieen seine wesentlichen Stützen, zumal sich zeigen lässt, dass keine Art von anziehenden oder abstossenden Kräften, wofern man für sie die bekannten physicalischen Gesetze gelten lässt, genügt, um die Erscheinungen der Karyokinese zu erklären, vielmehr eine solche Annahme selbst bei unbeschränkter Anwendung weitgehender Hülfshypothesen ad absurdum geführt werden kann. Ich werde später hierauf noch ausführlicher eingehen und wende mich jetzt zu den beiden anderen Momenten, welche für eine Erklärung herangezogen werden können. Diejenigen Theorieen, welche sich auf den in der Zelle sich abspielenden chemischen und mechanischen Vorgängen aufbauen lassen, haben zunächst schon den Vorzug, dass sie auf dem Boden bekannter Thatsachen stehen.

Die chemischen in Kern und Protoplasma stattfindenden Processe hat nun Carnoy bei seinen Erklärungsversuchen der Karyokinese in den Vordergrund gestellt. Eine so grosse Rolle dieselben nun auch entschieden spielen mögen, und ich bin in dieser Beziehung gern bereit, die weitgehendsten Concessionen zu machen, so führt doch auch ihre ausschliessliche Verwendung nicht zum Ziel. Wenn z. B. Carnoy die Bildung der Aster einem Ferment zuschreibt, welches in dem Kern gebildet wird und, von den Polen aus sich in das Protoplasma ergiessend, die Umformung desselben in der angegebenen Richtung bewirkt, so springt das Gezwungene dieser Annahme in die Augen. Es müssen noch andere Ursachen sein, die hierbei mitwirken. In der That hat auch Carnoy diesen Mangel gefühlt und eine Reihe mechanischer Vorgänge mit zur Erklärung herangezogen. Die Art, wie er sich das Zustandekommen der Karyokinese denkt, ist etwa folgende:

Der Anstoss zur Karyokinese kann nach ihm nur von dem Kern ausgehen: „Le cytoplasme ne peut être la cause efficiente et immédiate des mouvements caryocinétiques." Er begründet dies durch den Hinweis auf das Fortbestehen der Kernmembran während der Teilung, wie es sich bei einigen Arthropoden (Pagurus, Astacus, Lithobius) und vielen Protisten findet (caryocinèse intérieure). Es können demnach auch keine festen Bestandteile von dem Kern aus dem Protoplasma aufgenommen werden, sondern nur flüssige durch Diffusion.

Zu Beginn der Teilung findet ein reichliches Eindringen von Wasser in die Zellen statt. Dieselben zeigen grosse Vacuolen und das Protoplasma wird oft ganz zur Seite gedrängt. Dieser Eintritt von Flüssigkeit erklärt sich aus dem Vorhandensein von chemischen Agentien. Kalisalze, Säuren, organische Salze etc. sind in dem Zellplasma in stärkerer Concentration gelöst, so dass sie einen Uebergang von Wasser aus der sie umspülenden Flüssigkeit, welche sie in geringerem Maasse enthält, auf dem Wege der Diffusion veranlassen. Sie sind das Product der chemischen Thätigkeit der Zelle und häufen sich zur Zeit des Eintritts der Karyokinese allmählich stärker an. Variationen in der Tinctionsfähigkeit weisen auf ihr Vorhandensein hin. Diese Flüssigkeitsansammlung in der Zelle ist übrigens grossen Schwankungen unterworfen, ohne darum ihren Einfluss, sei es durch Quellungserscheinungen, sei es durch chemische Wirkung der in ihr gelösten Stoffe (Albuminoïde, Producte des Stoffwechsels, Kalisalze etc.) zu verlieren.

Die Erfahrung lehrt, dass selbst Spuren der Alkalien und ihrer Salze schon in merklichem Grade die Eigenschaft zukommt, das Nuclein zur Quellung zu bringen, die typischen Albuminoïde zu lösen und auch das Plastin zu erweichen und zu blähen. Derartigen Vorgängen ist die Verdickung und Anschwellung des Knäuels, das Hervortreten des Reticulum, indem die Körnchen des Kernsaftes aufgelöst und schmächtiger werden, zuzuschreiben.

Ein wichtiger Einfluss kommt ferner einem von dem Knäuel selbst producierten und zu gewissen Zeiten in stärkerem Maasse sich ergiessenden Fermente zu, durch dessen auflösende Wirkung der helle Hof um denselben in den Tochterzellen sowie ähnliche Erscheinungen zustandekommen. Durch das eindringende Fluidum wird eine Quellung des Kernes bewirkt. Diese würde ihn gleichmässig ausdehnen, wenn seine Resistenz nach allen Richtungen dieselbe wäre. Es ist diese aber längs seiner organischen Achse, welche durch die Anordnung der Knäuelschleifen markiert wird, eine geringere. Ausserdem kann noch der Widerstand der Kernmembran an den Polen dadurch herabgesetzt werden, dass sich das Ferment hier stärker anhäuft und sie erweicht. Das glänzende Aussehen, welches die conisch hervortretenden Polteile des Kernes zuweilen zeigen, weist auf die Ansammlung einer stärker lichtbrechenden Substanz an diesen Punkten hin. Auch auf die Aus-

dehnung des Protoplasma kann das von hier austretende Ferment durch Herabsetzung des Widerstandes in dieser Richtung von Einfluss sein. In der Hauptsache ist diese aber wohl eine rein passive und auf die mechanische Wirkung der sich streckenden Spindel zurückzuführen. Hierfür spricht einmal ihr Fehlen bei starker Entwickelung des Protoplasma, wo also die Spindel ungehemmt sich entwickeln kann, und sodann der Umstand, dass in Fällen, wo die Membran der Zelle Widerstand leistet, die Spindeln sich mit eigentümlichen Krümmungen in ihr lagern.

Die Entstehung der achromatischen Spindel selbst ist auf die Verlängerung des Kernes zürückzuführen. Durch den einseitigen Zug, welchen das Reticulum desselben hierbei erleidet, werden seine Fasern vorwiegend in dieser Richtung gestreckt und die queren Verbindungen gelöst.

Das, wie erwähnt, von den Polen aus in das Protoplasma sich ergiessende Ferment übt hier verschiedene Wirkungen aus. Einmal entstehen unter seinem immer weiter sich erstreckenden Einfluss die Aster und sodann giebt es die Veranlassung zur Bildung der Polkörperchen. Die grössere oder geringere Ausdehnung der Aster entspricht der Menge des wirksamen Ferments. Wie sich Carnoy übrigens die Wirkung des letzteren hierbei denkt, ist mir nicht recht verständlich geworden; es bildet dies jedenfalls einen recht schwachen Punkt seiner Theorie.

Die Verlängerung des Kernes allein kann schon die Segmentation des Knäuels in „tronçons parallèles“ bewirken. Die anderen Veränderungen, welche er eingeht, beruhen auf verschiedenen Ursachen. Es sind solche zunächst lediglich seiner aus Plastin bestehenden Hülle, dem „étui plastinien“, und nicht dem durch Nuclein gebildeten Inhalt desselben zuzuschreiben, da nur erstere Substanz organisiert und daher auch allein mit Irritabilität und Contractionsfähigkeit begabt ist.

An einzelnen Stellen dieser Plastinscheide bemerkt man nun stärkere ringförmige Verstärkungen derselben. Bei allgemeinen Contractionen, die wohl durch die vorhandenen chemischen Agentien bewirkt werden, muss sie sich demnach stärker einschnüren, was schliesslich eine Trennung an solchen Stellen bewirkt (? der Ref.). Es kommt so der Zustand der unregelmässig verteilten Chromatinstäbchen zu stande.

Für die Umordnungen der letzteren ist zu beachten, dass sie zunächst mit einer der Bewegung fähigen Plastinhülle umgeben sind, durch deren Contraction sie sich verkürzen. Weiterhin ist das Reticulum des in voller Thätigkeit befindlichen Kernes mit rythmischen Bewegungen begabt, indem Contraction und Dilatation mit einander wechseln. Dieselbe Fähigkeit muss natürlich auch den hiervon abstammenden Spindelfasern zukommen, wofür auch die beim Salamander beobachteten systolischen und diastolischen Bewegungen sprechen.

Endlich ist die Art der Entstehung der Spindelfasern selbst von Bedeutung. Indem sie von den Polen aus allmählich nach dem Aequator hin sich entwickeln, müssen sie die Stäbchen nach dieser Richtung hin vor sich herdrängen. Nachdem diese sich, sei es nun longitudinal oder transversal, geteilt haben, wirkt auf ihre Dislocation nach den Polen hin zunächst die fortschreitende Verlängerung der Spindel selbst, sie werden dadurch etwas von einander entfernt (doch nur bei transversaler Teilung! d. Ref.). Ihr weiteres Auseinanderweichen bedingt die auf der Attraction von Flüssigkeit beruhende zunehmende Turgescenz des Kernes, welche von dessen Centrum aus wirkt, indem sie, eben so wie sie in der Aequatorialplatte oft die Stäbchen an den Rand schiebt, sie dieselben auch jetzt in der eingeschlagenen Richtung nach den Polen fortdrängt. Unter dem Einfluss dieses Druckes, wohl auch durch Contractionen des „étui plastinien“ kommt dann hier ihr Zusammenschliessen zu einem neuen Knäuel zu stande, während der helle Hof um diesen sowie die sich neubildende Kernmembran ein Product des jetzt wieder in Action tretenden Fermentes ist.

Trotz der entschiedenen Schwächen, welche dieser Theorie nach verschiedener Richtung hin noch anhaften, besitzt sie doch den unleugbaren Vorzug, sich auf die Verwertung bekannter Thatsachen zu stützen. Sie ist in mancher Beziehung verwandt mit der Theorie der Protoplasmabewegungen von Engelmann, welche auch auf der Annahme eines nach verschiedenen Richtungen ungleichen Quellungsvermögen der kleinsten Teilchen der „Inotagmen“ beruht.

Zweifellos bietet für eine Reihe von Erscheinungen die Annahme chemischer Processe die brauchbarste Art der Erklärung, die ich hierfür auch gern adoptiere. Um so unzulänglicher erweist sie sich aber gerade für einige der Hauptphänomene. Hier liegen daher auch die

Schwächen der chemischen Theorie. Da aber gerade die hier stattfindenden Vorgänge auf einem anderen Wege sich ungezwungen erklären lassen, so erscheint es geboten, ein anderes Moment, welches von Carnoy nur als Aushülfe benutzt wird, mehr in den Vordergrund treten zu lassen. Es sind dies die mechanischen Wirkungen, wie sie durch Plasmaströmungen hervorgebracht werden.

Auch hier ist es nicht nötig, den Boden der Thatsachen zu verlassen, vielmehr bieten die namentlich bei niederen Tieren und in Pflanzenzellen beobachteten Erscheinungen ein reiches, bisher kaum verwertetes Material. Freilich bleibt auch dann noch manches rätselhaft. Ich habe es daher vorgezogen, an Stelle einer zusammenhängenden Darstellung eine Reihe von Thesen mit nachfolgender Beweisführung aufzustellen. Dass ich mich hierbei auf eine Reihe von Thatsachen stützen muss, die zum Teil noch controvers sind, liegt in der Natur der Sache. Ich habe dann meist die eigenen Beobachtungen besonders betont, was man mir wohl kaum verargen kann.

Ich beginne mit dem Punkt, an welchem bisher alle Theorieen, selbst die Carnoy's, mehr oder weniger gescheitert sind. Es ist dies die Dislocation der Aequatorplatte.

1) Das Auseinanderweichen der Tochterelemente bei der Dislocation der Aequatorialplatte (Metakinese Flemming's) ist das Resultat einer circulierenden Strömung.

Es würde diese entsprechen der in Pflanzenzellen (Characeen, Vallisneria etc.) beobachteten Rotation des Zellsaftes.

Der aufgestellte Satz ist an die Erfüllung zweier Bedingungen geknüpft. Erstlich müssen die Spindelfasern ein zusammenhängendes Element bilden. Zu diesem Resultat ist nun Carnoy auf Grund seiner Beobachtungen bei den Arthropoden gelangt, und auch ich habe das Gleiche, gestützt auf die Vorgänge der Karyokinese bei den Pulmonaten, behauptet, obwohl ich die Auffassung des erwähnten Autors über die Entstehung der Spindel nicht teile.

Die Spindelfasern sind weder an den Polen noch an dem Aequator unterbrochen, sondern kreuzen sich an ersteren Punkten nur. Sie stellen also einen sehr regelmässigen continuierlichen Knäuel dar, der nur etwas in die Länge gezogen erscheint.

Bei Helix [1]) lässt sich beobachten, wie sie direct aus dem gewöhnlichen Kernknäuel hervorgehen, indem dessen chromatische Substanz sich mehr und mehr nach dem Aequator concentriert, während das achromatische Gerüst in toto bestehen bleibt. Ebenso liessen Carnoy die Vorgänge der Karyokinese bei Oedipoda coerulea die Continuität der Spindelfasern an den Polen erkennen. Aber auch bei anderen Arten ihrer Bildung, wie sie z. B. soeben bei den Lepidopteren beschrieben sind, ist nicht einzusehen, warum die Spindelfasern, ebenso wie sie sich im Aequator vereinigen, nicht auch an den Polen in einen ähnlichen Connex treten sollten. Es würde damit auch hier die Bildung des Knäuels, wenn sie auch nur die achromatische Substanz betrifft, ein typisches Stadium der Karyokinese bleiben.

Die zweite Bedingung ist das Auseinanderweichen der Tochterelemente auf getrennten Spindelfasern. Ich habe die Gründe, welche hierfür sprechen, schon oben auseinandergesetzt und möchte hier nur noch einmal betonen, dass bei Helix sofort 48 Spindelfasern angelegt werden, während die Zahl der chromatischen Elemente 24 beträgt und also nach der Teilung gleichfalls die Höhe von 48 Stück erreicht, so dass auf jedes derselben eine besondere Faser kommt. Aber auch da, wo sie einfach angelegt sind, sich aber mit den Chromatinelementen zugleich teilen, ist nicht nötig, dass dadurch etwa zwei gesonderte Knäuel entstünden. Wenn man ein zu einem Ring vereinigtes Band der Länge nach teilt, so erhält man nicht zwei gleiche, sondern einen einzigen Ring von doppelter Länge dann, wenn das Band einmal um seine Längsrichtung gedreht wurde, bevor die Enden vereinigt sind. Eine Drehung der Teilungsebene muss den gleichen Effect haben.

Eine dritte Bedingung, die ich kaum hervorzuheben brauche, ist die Längsteilung der Chromatinelemente. Sie wird jetzt fast allgemein anerkannt. Carnoy lässt, streng genommen, nur für Astacus noch die Querteilung zu. Vergleicht man aber seine Abbildungen mit den von mir für Helix und die Lepidopteren gegebenen, so ist die Uebereinstimmung so gross, dass man sich auch hier, wie ich es gethan, für eine longitudinale Teilung aussprechen muss. Er ist eben auch durch die hantelförmige Gestalt der Tochterelemente irre geführt worden,

[1]) G. Platner, Zur Bildung der Geschlechtsproducte bei den Pulmonaten. Arch. f. mikrosk. Anat. Bd. XXVI.



Fig. 1.

wie Andere. Der nebenstehende Holzschnitt (Fig. 1) stellt nun die Spindel nach vollendeter Teilung in der Polansicht dar. Um das isolierte Verfolgen der Windungen zu ermöglichen, war es nötig, den Pol nicht als Punkt, sondern als grösseren Fleck darzustellen. — Ebenso musste die Biegung durch eine winklige Knickung im Aequator ersetzt werden. Die dem Beschauer zugewandten Hälften der Fasern sind durch ausgezogene Linien markiert, die der abgewandten Hemisphäre angehörigen durch unterbrochene Linien dargestellt. Ausserdem wurde der achromatische Knäuel als nur aus einer Lage bestehend, der Einfachheit wegen, angenommen. Ein Verhalten, wie es in der That meist, nach Carnoy auch bei Astacus, existiert. Die Figur zeigt deutlich, wie die, durch die Pfeile angedeutete Strömung im Knäuel, immer nach derselben Richtung fortschreitend, in sich selbst zurückverläuft, trotzdem aber in zwei benachbarten Windungen sich nach entgegengesetzten Polen wendet.

Ob man sich nun diese Strömung (Hyaloplasmastrom Strasburger's) innerhalb der Spindelfasern, die dann ein Röhrensystem darstellen, wie ich mit Zalewski und Soltwedel es annehme, cursierend denkt, oder für den Fall, dass sie solid sind, sie längs derselben verlaufen lässt, ist für ihren Einfluss auf die Bewegung der Chromatinelemente ohne Belang. Diese müssen durch dieselbe nach entgegengesetzten Polen getrieben werden. Sind sie schleifenförmig gestaltet, so muss die Umbiegungsstelle, mit welcher sie den Spindelfasern inserieren, notwendig vorangehen, da auf sie die Wirkung der Strömung sich zunächst erstreckt, was durch die Beobachtung beim Salamander und vielen anderen Objecten sich bestätigt findet.

Eine Flüssigkeit, welche in einem geschlossenen kreisförmigen Röhrensystem circuliert, wird in jedem Punkte das Bestreben haben, in der Richtung der Tangente weiter zu gehen und hieran nur durch

das Vorhandensein der Wandung gehindert, auf welche dadurch ein Druck nach aussen ausgeübt wird, welcher um so stärker ist, je grösser die Stromgeschwindigkeit ist. Diese letztere erreicht aber ihren höchsten Grad an den Polen, weil einmal durch die Convergenz und das dadurch bedingte Zusammendrängen der Spindelfasern das Strombett hier am engsten ist und sodann die Chromatinelemente und die dadurch hervorgebrachte Hemmung fehlen. Man muss bei alledem berücksichtigen, dass die Spindel aus einem nachgiebigen Material geformt ist.

Ausserdem ist die Biegung des Röhrensystems an den Polen am stärksten, da eigentlich nur die äusseren Lagen anfangs Kreise sind, die inneren aber von vornherein eine längliche, elliptische Gestalt haben. Alle diese Momente wirken zusammen dahin, dass der Anprall der circulierenden Flüssigkeit gegen die Wandung hier am stärksten hervortritt. Da ist es denn ganz gut denkbar, dass ein Teil des Fluidum dieses Hindernis überwindet und austritt. Es wird hierdurch in der Gesamtheit ein büschelförmig auseinanderfahrendes System von Flüssigkeitsströmchen gebildet, dem entsprechend sich dann das Protoplasma anordnet und die Aster bildet. Der Verlust, welchen die in Circulation verbleibende Flüssigkeit an Masse erleidet, wird dadurch ergänzt, dass der durch die angedeuteten Vorgänge notwendig ausserhalb der Spindel wachsende Druck neues Fluidum in sie hineintreibt. Auf diese Weise kommt es an den Polen nicht nur zu einem Austritt, sondern auch zu einem Eintritt von Flüssigkeit. Sind die Bedingungen für den Flüssigkeitsaustritt hier ungünstig, wie z. B. bei erhaltener Kernmembran, so wird man die Aster vermissen, wie es ja thatsächlich häufig vorkommt. Die Bewegung der chromatischen Elemente erleidet dadurch keine Aenderung (vergl. Nachtrag, S. 398).

Wie diese auseinander rücken und die Spindel mehr und mehr strecken müssen, bedarf wohl keiner weiteren Erklärung.

Fragt man nach den Ursachen dieser Circulation, so können zwei Momente in Betracht kommen. Einmal können die chemischen Processe im Kern Flüssigkeitsbewegungen veranlassen, und sodann können die Spindelfasern selbst durch rythmische Contractionen dieselben bewirken, ähnlich wie das Herz das Blut in den Gefässen herumtreibt. Ist doch die Substanz der Spindelfasern auch stark an der Bildung des Schwanzes des Spermatosoms beteiligt, der sich durch seine ryth-

mischen Bewegungen auszeichnet. Es sind solche systolische und diastolische Bewegungen ausserdem bei Salamanderlarven direct in der Spindel beobachtet worden.

Für die von mir gemachte Annahme einer circulierenden Strömung lassen sich nun eine ganze Reihe von Gründen anführen.

Zunächst ist eine solche in Pflanzenzellen schon lange bekannt, und ich sehe nicht ein, warum Kern etwa und Protoplasma hierin einen Unterschied machen sollten.

Sodann wird der Zweck der Knäuelbildung dadurch verständlich. Es wäre doch sonderbar, wenn ein so constantes und compliciertes Gebilde in den Verlauf eines so wichtigen Processes, wie die Karyokinese, ohne tiefe innere Bedeutung eingeschaltet wäre.

Endlich aber sind, ganz abgesehen von der ungezwungenen Erklärung, die sich für die Dislocation der Aequatorialplatte ergiebt, die Form- und Lageveränderungen der Spindel geradezu beweisend für das Vorhandensein der supponierten Strömungen.

2) Die Form- und Lageveränderungen der Spindel sind das Resultat der mechanischen Wirkung der in derselben stattfindenden und von den Polen ausstrahlenden Flüssigkeitsbewegung.

Wie erwähnt, entwickeln sich bei den Hodenzellen der Lepidopteren die Aster an dem der oberen Zellgrenze nahe liegenden Kern, in kurzer Entfernung von einander, in den freien Hohlraum des Follikels hinein. Bedingt wird dies, wie ich später ausführlicher zeigen werde, dadurch, dass der Strom der Ernährungsflüssigkeit die Zelle von der Basis nach der Spitze durchzieht. Für die sich weiterhin daran anschliessenden Vorgänge sind nun zwei Momente zu berücksichtigen.

Ein Flüssigkeitsstrom, welcher durch eine gekrümmte Röhre geleitet wird, hat vermöge seiner Tendenz, in der Richtung der Tangente weiterzugehen, das Bestreben, diese Röhre zu strecken. Die Spindel besteht nun aus einem ganzen System solcher Röhren. Die in den einzelnen Elementen wirkenden Kräfte werden sich nur dann das Gleichgewicht halten, wenn die Anordnung eine völlig symmetrische ist. Je stärker man die Spindel krümmt in der Art, dass ihre Längsachse einen Bogen bildet, eine um so grössere Anzahl von Fasern wird

in dem gleichen Sinne gebogen und zeigt infolge der sie durchströmenden Flüssigkeit das Bestreben, sich zu strecken, d. h. die Spindel wird sich einer jeden Krümmung mit um so grösserer Kraft widersetzen, je mehr diese forciert wird.

Ein anderer wichtiger Factor ist der, dass die an den Polen austretenden Flüssigkeitsströmchen eine Rückwirkung auf ihren Ausgangsort nach Art des Rückstosses ausüben [1]. Liegt ein Aster an einer Stelle der Zellmembran näher, als in seinem sonstigen Umkreis, so werden die austretenden, zwar nicht in geschlossenen Röhren mehr, aber doch in vorgeschriebenen Bahnen verlaufenden Strömchen hier eher auf Widerstand stossen, eine grössere Menge von Flüssigkeit sich anstauen und dadurch ein stärkerer Druck entstehen, durch dessen Rückwirkung der Aster von hier solange fortgedrängt wird, bis nach allen Richtungen das Gleichgewicht hergestellt ist. Hieraus folgt das Gesetz: Die Aster zeigen das Bestreben, sich von allen Teilen der Zellperipherie möglichst gleichweit entfernt zu halten.

Einen einfachen Fall, der hierher gehört, zeigen die Eier der Mollusken. Hier entwickelt sich, nach den übereinstimmenden Angaben aller Autoren, die Furchungsspindel an der Peripherie, wobei, wie Mark und ich gezeigt haben, die Aster nahe bei einander nach dem Centrum hin sich entwickeln; weiterhin rücken sie aber mehr und mehr nach dem Innern hin, und die anfangs asymmetrische Spindel bekommt eine normale Form. Doch scheinen auch gewisse Umordnungen im Protoplasma selbst einen maassgebenden Einfluss auf ihre Lagerung zu haben, da die erste Furchungsebene stets in die Richtung des Austritts der Richtungskörperchen fällt, wenn hier nicht das Gesetz zur Geltung kommt, dass die zweite Teilung senkrecht auf

---

[1]) Befestigt man an dem Hahn einer Wasserleitung einen möglichst biegsamen engen Kautschoukschlauch, so dass ein starker Strom hindurchtreten kann, so kann man folgendes bemerken: Hält man dem unteren Ende der elastischen Röhre einen ebenen festen Körper in kurzer Entfernung gegenüber, so dass der Strahl gegen ihn anprallt, so weicht der Schlauch seitlich ab. Verwendet man zu dem gleichen Zweck die Höhlung einer Porzellanschale, so wird der Effect noch deutlicher, der Schlauch tritt, indem er sich biegt, aus dieser heraus. Noch mehr tritt dies hervor, wenn an Stelle der Schale ein Becherglas benutzt wird. Der Schlauch ist nicht darin zu halten. Kurz je enger und tiefer die Höhlung des Gefässes ist, um so mehr tritt die beschriebene Wirkung hervor, ein Zeichen dafür, wie stark die Rückwirkung des aus einer Röhre austretenden Flüssigkeitsstromes auf diese selbst sein kann.

die erste geschieht, eine Regel, deren Deutung später noch erörtert werden wird.

Ein zweites, noch prägnanteres Beispiel liefern die Spermatocyten der Lepidopteren.

Sowie die Spindelfasern sich entwickeln, sieht man, wie die anfangs ausserhalb der Zelle nahe bei einander liegenden Aster mehr und mehr nach zwei diametralen Punkten herum und in das Protoplasma hineinrücken; die Tendenz der Spindel, sich zu strecken, zwingt sie hierzu. Sobald sie aber einmal in der Zelle liegen, kommt ihr Bestreben zur Geltung, nach allen Seiten hin eine gleiche Distanz zwischen sich und deren Peripherie zu bringen, sie rücken daher noch weiter nach deren Mitte hin. Dadurch wird die Spindel wieder gekrümmt, die dann, diese Biegung auszugleichen suchend, den vorangegangenen Astern nach der Mitte der Zelle folgt, bis vollständige Symmetrie herrscht.

3) Wenn die Aster primär auftreten, so ist ihre Entstehung abhängig von der Richtung, in welcher der Strom der Ernährungsflüssigkeit die Zelle durchzieht, die Spindel entwickelt sich senkrecht hierauf. Der gleichen Ursache sind die Wanderungen des Kernes zuzuschreiben.

Wie soeben auseinandergesetzt wurde, ist die Bildung der Aster, wenn die Spindel zuerst vorhanden ist, auf Flüssigkeitsströmchen zurückzuführen, welche von den Polen derselben aus nach verschiedenen Richtungen sich ergiessen. Dass in diesem Falle die Aster von der Spindel ausgebildet werden, ist zweifellos. Sie treten erst nach Formation der letzteren auf in den samenbildenden Zellen von Helix. Sodann konnte ich in den befruchteten Eiern von Arion [1]) constatieren, wie bei Drehungen der Spindel um die Queraxe sich neue Aster von den Polen aus entwickeln, während die früheren noch eine Zeitlang als besondere Protoplasmastructur bestehen bleiben.

Entstehen die Aster nun, bevor die Spindel sich ausbildet, so müssen sie wegen ihrer völligen Identität auch gleichen Ursachen den Ursprung verdanken, das heisst Plasmaströmungen. Ich bin mit Carnoy der Ansicht, dass solche zu Beginn der Zellteilung in höherem Grade

[1]) G. Platner, Ueber die Befruchtung von Arion empiricorum. Arch. f. mikrosk. Anat. Bd. XXVII.

vorhanden sind. Bei Zellen, welche in einfacher Schicht der Wand eines Kanales oder Follikels aufsitzen, wie die Flimmerepithelien und die Spermatocyten der Lepidopteren, sowie bei denjenigen, welche das Centralnervensystem und die Retina junger Embryonen bilden, lassen sich über die Richtung, welche die Ernährungsflüssigkeit einschlägt, bestimmte Angaben machen. Sie wird von der Wand und der Basis der Zelle nach deren oberem Ende gehen, um hier wieder auszutreten. Es weist hierauf die längsstreifige Structur des Protoplasma hin und sodann die Bewegung des Kernes. Für die erwähnten embryonalen Zellen gilt dies nur so lange, als noch keine Gefässe in ihre Schichten eingetreten sind und eine jede Differenzierung noch fehlt. Sie werden in diesem Falle in bezug auf die Ernährung noch alle den gleichen Bedingungen unterliegen. Der Flüssigkeitsstrom geht dann von dem Mesoderm aus, durchzieht die verschiedenen Lagen der Zellen ganz gleichmässig und ergiesst sich schliesslich in den Hohlraum des Ventrikels, respective Centralkanales. Da das durchströmte Gebiet nach dem centralen Lumen hin immer mehr eingeschränkt wird, so muss die Geschwindigkeit der Flüssigkeitsbewegung in den diesem anliegenden Zellen am grössten sein. Zu beachten ist hierbei noch, dass die Zuführung von Nährmaterial eine sehr reichliche sein muss, da sonst die rege Proliferation, wie sie hier stattfindet, kaum möglich sein könnte, sowie dass der auf der Wandung des centralen Hohlraumes lastende Innendruck kein grosser sein kann, wodurch wieder der Austritt von Fluidum aus den zunächstliegenden Zellen am meisten begünstigt wird.

Ich komme jetzt zu den Wirkungen dieser Strömung. Zunächst wird dadurch der Kern an die Spitze der Zelle getrieben, wie sich in den Flimmerzellen und den Spermatocyten zeigt.

Bewegt sich ein kugelförmiger Körper in einem flüssigen Medium, so wird er die Teilchen desselben vor sich her und zur Seite drängen. Die Bahnen, welche sie hierbei beschreiben, lassen sich, wenn man von der Reibung absieht, berechnen. Durch Integration erhielt ich eine Gleichung, welche der unter dem Namen der Tractoria bekannten Curve entsprach. Ist diese aber schon wegen des darin enthaltenen Logarithmus für eine weitere Verwendung zu schwerfällig, so wird es völlig unmöglich, auf dem eingeschlagenen Wege weiter zu kommen,

wenn der Körper seine Form ändert, oder das umgebende Medium eine ungleichmässige Beschaffenheit zeigt. Ich sah daher von weiteren Bemühungen in dieser Hinsicht ab, da man doch nur auf die Verwertung allgemeiner mechanischer Principien angewiesen ist.

Im allgemeinen lässt sich sagen, dass der Kern das vor ihm befindliche Protoplasma zur Seite und nach rückwärts drängt. Da er aber den Widerstand desselben hierbei zu überwinden hat, so kann seine Bewegung bei weitem nicht die Geschwindigkeit der Plasmaströmung erreichen. Man hat es also mit einem kugeligen Körper zu thun, welcher in eine sich bewegende Flüssigkeit eingeschaltet ist.

Die nach oben sich verschmälernde Gestalt der Spermatocyten bringt es mit sich, dass der Kern an zwei Punkten der Zellgrenze, auf dem Längsschnitt betrachtet, am nächsten kommt (*a* und *b* des Holzschnittes 2).

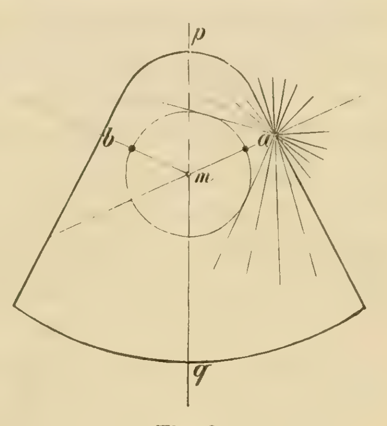


Fig. 2.

In Wirklichkeit ist es eine etwa kreisförmige Linie. In dieser wird sich wegen der nie ganz regelmässigen Gestalt der Zelle immer ein Punkt finden lassen, welcher in dieser Beziehung vor anderen bevorzugt ist. Hier erreicht die Flüssigkeitsbewegung ihre grösste Geschwindigkeit wegen des stark verengten Strombettes. Indem sie zugleich durch den Kern seitlich abgelenkt wird, prallt sie heftig gegen die Zellmembran an. Dadurch wird ein stärkerer Austritt von Fluidum an dieser Stelle bewirkt werden, der dann, nachdem er erst sich die nötigen Bahnen geöffnet hat, überhaupt einen Teil der Strömung hierhin lenkt (vergl. Holzschnitt 2).

Wie erwähnt, kann man um die Zelle sich eine kreisförmige Linie gelegt denken, welche diejenigen Punkte umschliesst, wo der Kern deren Membran am nächsten kommt und wo die in Bewegung befindliche Flüssigkeit am stärksten gegen diese andrängt. Sobald der letzteren nun in *a* (Holzschnitt 2) ein Ausweg sich eröffnet hat, werden die *a* benachbarten Punkte mehr und mehr von dem auf sie einwir-

kenden Druck entlastet, indem sich die Strömung nach *a* wendet. Am wenigsten hierdurch begünstigt wird der auf der entgegengesetzten Seite liegende Punkt *b* sein. Hier ist demnach die Möglichkeit gegeben, dass der noch am stärksten hier andrängende Strom sich einen zweiten Weg nach aussen bahnt, was denn auch geschieht. An den beiden Punkten *a* und *b* werden die Protoplasmastränge mehr und mehr vom Kern abgehoben durch die Strömung und in eine der letzteren entsprechende Richtung übergeführt. Ein Teil der geformten Bestandteile wird selbst über die Zellgrenzen hinausgeführt und bildet die Aster. Hierbei, sowie bei der Formation der Polkegel, lässt sich übrigens nicht verkennen, dass die Anordnung des Protoplasma auch nach Regeln folgt, welche wohl in seiner Constitution begründet sind. Es gehört hierher die reguläre Aneinanderreihung und das Verschmelzen seiner Körnchen, ein Process, dessen Richtung wohl durch die Strömung gegeben wird, dessen Zustandekommen selbst aber mit dieser sich nicht erklären lässt. Dass ferner gewisse Zellbestandteile, der Strömung leichter folgend als andere, sich an den Polen stärker anhäufen und selbst einen Druck auf die Kernmembran, die hier augenscheinlich nachgiebiger wird, ausüben können, lässt sich gleichfalls noch verstehen. Wie aber die längsstreifige Differenzierung derselben sich ausbildet, ist daraus noch nicht ohne weiteres ersichtlich.

Man sieht wohl die Fädchenströmung an den Pseudopodien der Rhizopoden, die Flüssigkeitsbewegungen bei den amöboiden Bewegungen der Plasmodien der Myxomyceten und anderer niederer Organismen, das Factum der wechselweisen Abhängigkeit derselben und der Formveränderungen des Protoplasma von einander besteht, während die völlige Erklärung noch aussteht. Man weiss eben von den Eigenschaften und der inneren Structur der organisierten Materie noch zu wenig.

Auch dann, wenn die Aster erst secundär auftreten, wird die Plasmabewegung in der Zelle auf die Lage der Spindel von Einfluss sein, wegen der Rückwirkung, welche die von den Polen ausgehenden Strömchen auf diese selbst haben. Das Hauptgebiet der letzteren fällt in den Winkel, welchen die über die Pole hinaus verlängerten seitlichen Begrenzungslinien der Spindel einschliessen. Je grösser der Teil desselben wird, welcher von der Plasmaströmung direct getroffen wird, um so stärker wird der Rückstoss sein, da entgegengesetzt gerichtete

Bewegungen auf einander prallen. Die Spindel kann nur dann zur Ruhe kommen, wenn sie senkrecht auf die Zellströmung gerichtet ist und beide Aster demselben Einfluss von seiten der letzteren unterliegen.

Zwar ist eine Ruhelage auch denkbar, wenn die Spindelaxe mit der Richtung der Flüssigkeitsbewegung genau zusammenfällt, aber die geringste seitliche Ablenkung derselben oder der Strömung muss die Drehung einleiten. Da nun hierzu bei Protoplasmabewegungen etc. sich immer neue Gelegenheit bietet, so wird man diese zweite Möglichkeit wohl niemals verwirklicht finden.

Aus dem eben Erörterten folgt auch das Gesetz, dass die zweite Teilung senkrecht auf die erste geschieht, sowie dass zwei Spindeln, welche sich in demselben Protoplasma neben einander entwickeln, sich senkrecht zu einander stellen. Im letzteren Fall üben eben die Aster der beiden mitotischen Figuren einen abstossenden Einfluss auf einander aus, der auch ihre excentrische Lage bewirkt. Der erstere Fall, für welchen wohl das prägnanteste Beispiel die Furchung liefert, beruht darauf, dass während der ersten Teilung, besonders wenn die Verlängerung der Spindel eintritt, die Plasmabewegung von den Polen aus längs der Axe der letzteren in der Zelle stattfindet, worauf auch die in diesem Sinne geordnete Structur des Protoplasma hinweist. Dieselben Verhältnisse bleiben dann noch in den Tochterzellen bestehen und sind von Einfluss auf die Entwickelung und Lagerung der Spindel in denselben.

Die erwähnte Regel, wonach die folgende Teilung senkrecht auf die vorhergehende erfolgt, scheint nach meinen seitherigen Beobachtungen ziemlich streng gewahrt zu werden. Durch dieselbe ist aber die Richtung des Wachstums selbst noch nicht bestimmt. Es kommt hierfür vielmehr noch die Lage in Betracht, welche die Tochterzellen bei der Teilung annehmen.

Wo die Axen derselben in eine gerade Linie fallen, da wird das Wachstum nach allen drei Dimensionen des Raumes gleichmässig fortschreiten, und die Kugelform ist das Resultat, wie es sich in der That bei der Furchung findet. Wenn hingegen die Mutterzelle im Aequator eine Knickung erfährt, so kann unter Umständen sogar ein reines Flächenwachstum statthaben, nämlich sobald jede der Tochterzellen

hierbei um 90° gedreht wird. Die Spindelaxen kommen dann bei den aufeinander folgenden Teilungen immer in die gleiche Ebene zu liegen, obgleich diese senkrecht auf einander erfolgen, ein Verhalten, wie es oben für die Vermehrung der Hodenzellen der Lepidopteren und die Flimmerepithelien der Epididymis geschildert ist und es sich wohl, wenn auch nicht so streng, bei dem Centralnervensystem und der Retina von Wirbeltierembryonen finden mag. Dass der Strom des Nährplasma auf das Zustandekommen dieser Knickung von Einfluss ist, erscheint ebenfalls nicht schwer verständlich. Er wird die Zellen so lange drehen, bis die Bahnen im Protoplasma mit seiner Richtung zusammenfallen.

Ganz besondere Verhältnisse müssen bei der Bildung der Richtungskörperchen obwalten, wo auch sonst noch manche Abweichungen von dem gewöhnlichen Gang der Karyokinese sich finden. Man muss hier einmal die von der anderer Zellen beträchtlich abweichende Structur der Eier in Betracht ziehen und sodann den Umstand beachten, dass letztere nach einer langen Pause, während welcher nur ein appositionelles Wachstum stattfand, jetzt wieder in Proliferation geraten. Das Zurückweichen der Dotterkörnchen vom animalen Pol, die Veränderungen in der Form und Lage der Richtungsspindel sowie ihr teilweises Heraustreten über die Eiperipherie, alles das sind Erscheinungen, die auf eine tief greifende Umwandlung nicht nur hinsichtlich der Plasmabewegung, sondern auch in der inneren Structur des Protoplasma hinweisen. Lageveränderungen der Richtungsspindel werden von Fol bei Asterias beschrieben. Anfangs tangential verlaufend, stellt sie sich später radial. Ebenso berichtet Hertwig, dass bei Asteracanthion die Aster an dem Keimbläschen nach der Eiperipherie hin auftreten und die anfangs quere Richtungsspindel sich erst später senkrecht stellt. Die gleiche Drehung erleidet nach Nussbaum auch der zweite Richtungsamphiaster in den Eiern von Ascaris, während van Beneden eine quere Teilung desselben annimmt. Bemerkenswert ist auch noch die Y-Figur desselben. Alle diese Erscheinungen weisen darauf hin, dass hier Processe stattfinden, die für die Frage nach den Bedingungen der Zellteilung von grosser Wichtigkeit werden können. Einstweilen sind die Details noch nicht genügend sichergestellt, um für die Erklärung schon auszureichen.

4) Die Bildung des Knäuels sowie die Anordnung der Aequatorialplatte ist das Resultat von Plasmaströmungen, welche in bestimmter Richtung den Kern durchziehen.

Sehr häufig zeigt der Kern schon im Ruhezustand eine bestimmte Anordnung seines Gerüstwerkes nach einer vorwaltenden Richtung hin, ein Verhalten, auf welches Rabl aufmerksam gemacht hat. Er hat von vornherein eine organische Axe und es ist wahrscheinlich, dass längs derselben vorwiegend das Ernährungsplasma ihn passiert. Die Bahnen des letzteren würden dann, entsprechend seinem Verlaufe in den Spindelfasern, hier die Stränge des Gerüstwerkes bilden, die dann mit der Zunahme der Strömung nur sich stärker auszubilden brauchen, um unter gleichzeitiger Lösung der queren Anastomosen in den Knäuel überzugehen. Wo der Kern eine so exquisite unipolare Organisation zeigt, wie sie in den samenbildenden Zellen von Helix und Blatta durch die Gegenwart des Nebenkernes bedingt wird, da lässt sich vermuten, dass die Strömung nur an diesem Pol in ihn eintritt, um nach einem bogenförmigen Verlauf ihn auf demselben Wege wieder zu verlassen. Sie kann dadurch auf die Bildung des Knäuels wiederum von Einfluss sein, obgleich damit noch unerklärt bleibt, wie sich nun dieser aus den Chromatinkörnchen und dem eintretenden Nebenkern construiert.

Die bei der Segmentation der chromatischen Substanz obwaltenden Verhältnisse lassen sich am leichtesten bei Helix überschauen. Hier kann man beobachten, wie zu Beginn der Spindelbildung das Chromatin allmählich von den Polen des regulären Knäuels zurückweicht und die achromatischen Fäden erscheinen. Der Grund hierfür ist darin zu suchen, dass anfangs die Flüssigkeitsbewegungen wegen der noch nicht völlig wegsamen, sondern zum Teil noch durch chromatische Elemente obstruierten Spindelfasern noch eine unregelmässige, von einem Pol zum anderen hin- und herwogende ist. Da nun die Fortbewegung des Fluidum wegen der von den Polen nach dem Aequator zunehmenden Erweiterung des Strombettes an letzterer Stelle am langsamsten erfolgt, so werden hier von der Strömung mit fortgeführte consistentere Bestandteile, wie die chromatischen Elemente, sich absetzen müssen.

Die Trennung der chromatischen Substanz von dem achromatischen Gerüst des Knäuels sowie die Anordnung der ersteren zu einer Aequatorialplatte ist somit auch das Resultat einer Flüssigkeitsbewegung.

Bei der Bildung der Spindel aus sphärischen Körperchen, Karyosomen, hat man sich den Vorgang folgendermaassen zu denken.

Die an den Polen stattfindende starke Einbuchtung der Kernmembran weist darauf hin, dass der Druck im Inneren des Kernes ein geringerer ist, als ausserhalb, wofür man wohl durch chemische Umsetzungen bedingte Diffusionserscheinungen verantwortlich zu machen hat. Wenn diese Einstülpungen gerade an den erwähnten Punkten auftreten, so muss hier die Membran des Kernes nachgiebiger sein indem sie entweder in einem Auflösungsprocess, der durch chemische Agentien bewirkt wird, begriffen ist, oder auch nur eine stärkere Durchtränkung mit Flüssigkeit erleidet. Sobald sie völlig geschwunden ist, muss in die mit den Polkegeln in Verbindung getretenen sphärischen Körper infolge des starken Aussendruckes ein Flüssigkeitsstrom hineinschiessen, der sie in die Länge streckt, bis sie sich von beiden Seiten soweit genähert haben, dass die Vereinigung zu zusammenhängenden Fasern stattfinden kann. Die regelmässige Anordnung der chromatischen Elemente beruht dann auf den bereits erwähnten, anfangs noch unregelmässigen, hin- und hergehenden Strömungen. Erst wenn auch an den Polen die Spindelfasern in nähere Beziehungen getreten sind, so dass eine circulierende Strömung möglich ist, beginnt dann die Dislocation der Aequatorialplatte.

Für die übrigen Fälle muss die Frage nach den Ursachen der Segmentation des Knäuels, so lange die Angaben über den Modus der Spindelbildung noch so wenig Uebereinstimmung zeigen, einstweilen noch offen gelassen werden. Für die Bildung der Aequatorialplatte ist die gegebene Erklärung hingegen überall zulässig.

Worin die Differenzen beruhen, welche in einem Fall zur Bildung von Stäbchen, im anderen zu der von Schleifen oder noch anders geformten Elementen führen, lässt sich noch nicht entscheiden.

Die Längsteilung der Chromatinelemente erklärt sich daraus, dass die doppelt vorhandenen, aber zu je zwei in engerem Zusammenhang stehenden, oder sich teilenden Spindelfasern, sobald die Circulation beginnt, auseinander weichen, indem sie aus rein mechanischen Gründen den im Holzschnitt 1 wiedergegebenen Zustand völliger Symmetrie herzustellen suchen. Dadurch wird auch eine Längsspaltung der chromatischen Elemente bewirkt. Ich halte aus Wahrscheinlichkeitsgründen

den Teilungsvorgang der Spindelfasern, die ja vorwiegend das active Element bei allen diesen Veränderungen bilden, für das Primäre, dagegen das Auseinanderweichen der Segmente der Chromatinteile nur für eine rein passive Folge des ersteren, die unter Umständen ausbleiben kann; dann rückt das chromatische Element nur auf einer der beiden Fasern dem Pole zu.

5) Die achromatische Substanz ist das active Element bei der Karyokinese.

Zu diesem Resultat ist schon Strasburger[1]) gelangt. Er sagt hierüber: „Die gestaltende Substanz im Zellkern ist im Hyaloplasma zu suchen und zwar, wie ich jetzt noch einschränken muss, in demjenigen Teil des Hyaloplasma, der in die Microsomensubstanz nicht übergeht. Dass nicht die Microsomen, sondern das Hyaloplasma als die active Substanz, nicht nur im Nucleoplasma, sondern auch im Cytoplasma aufzufassen sei, habe ich übrigens schon wiederholt, zuletzt noch gegen Pfitzner hervorgehoben“ [2]).

Noch weiter geht Carnoy[3]) hierin. Er drückt sich hierüber wie folgt aus: „Car à nos yeux les divers éléments plastiniens de la cellule sont seuls doués d'irritabilité et de contractibilité, parce qu'ils sont seuls structurés; tous les autres sont, ou bien des enclaves, ou bien des sortes de plasmas amorphes et inorganisés, liquides ou pâteux. Ces dernières conditions sont celles des enchylèmes et du contenu du boyau nucléinien.“

Die ganze vorausgegangene Darstellung zeigt überall die achromatische Substanz als das gestaltende, bewegende Princip, so dass ich hier die einzelnen Momente wohl nicht noch einmal zu wiederholen brauche. Um so auffallender muss die Thatsache erscheinen, dass diese Substanz bei einem wichtigen Vorgang ausgeschlossen wird. Bei der Bildung der Furchungsspindel in den Eiern von Ascaris megalocephala beteiligt der von van Beneden[4]) als „corps réfringent“ von Nuss-

---

[1]) Strasburger, Neue Untersuchungen über den Befruchtungsvorgang bei den Phanerogamen als Grundlage für eine Theorie der Zeugung. Jena 1884. p. 107.

[2]) Idem. Ueber den Teilungsvorgang der Zellkerne und das Verhältnis der Kernteilung zur Zellteilung. 1882. p. 63.

[3]) l. c. p. 367 ff.

[4]) Recherches sur la maturation de l'oeuf et la fécondation. Ascaris megalocephala. Arch. de Biologie. T. IV. 1883.

baum [1]) direct als Nebenkern bezeichnete Bestandteil des Spermatosoms sich nicht, sondern wird ausgeschieden. Ebenso wird der Schwanz des Spermatosoms, in dessen Bildung der Nebenkern übergeht (v. la Valette, Platner) bei der Bildung der Furchungsspindel in den befruchteten Eiern von Arion nicht zur Teilnahme herangezogen. Der Nebenkern selbst aber entsteht, wie ich gefunden und v. la Valette kürzlich bestätigt hat, aus der Substanz der Spindelfasern. Er kann nicht ohne Bedeutung sein, da sich ein analoges Element im ganzen Pflanzenreich findet, wo es von Strasburger den Namen „Paranucleolus" erhalten hat. Dieser Autor [2]) sagt von demselben: „Dem Paranucleolus muss jedenfalls eine bestimmte Bedeutung für den Vorgang der Bildung von Sporen und Pollenkörnern zukommen, da er in so charakteristischer Weise in allen Sporen- und Pollenmutterzellen wiederkehrt." An derselben Stelle heisst es: „So finden wir bei der Entstehung der Sporen und Pollenkörner im Zellkern der Mutterzelle den Paranucleolus, der aller Wahrscheinlichkeit nach aus diesem Zellkern beseitigt wird und somit an der Bildung der Zellkerne, der Sporen und Pollenkörner sich nicht beteiligt. In den Microsporen und Pollenkörnern, wo die Bildung der generativen Zellkerne alsbald auf diese Ausscheidung folgt, könnte man dieselbe immerhin in Beziehung zu den generativen Vorgängen bringen, doch bei Farnkräutern und Schachtelhalmen ist auch der Paranucleolus vorhanden, ungeachtet zwischen dem Zellkern der Mutterzelle, der Sporen und den Geschlechtsproducten das ganze Prothallium liegt." Nach der Beschreibung Strasburger's [3]) entsteht der Paranucleolus im Kern der Mutterzellen excentrisch an der Wandung als linsenförmiger, stark lichtbrechender Körper von geringerer Färbbarkeit, wie die Nucleolen. Er verschwindet während der Ausbildung der Spindelfasern und wurde von rauchender Salzsäure nicht verändert, gab also die Reaction des Platins. Das Auftreten desselben innerhalb der Kernmembran dürfte der geringste Grund gegen eine Identificierung desselben mit dem Nebenkern sein, indessen erscheint eine solche, so lange

[1]) Ueber die Veränderungen der Geschlechtsproducte bis zur Eifurchung. Arch. f. mikrosk. Anat. Bd. XXIII.

[2]) l. c. p. 96. cf. S. 391, Anm. 1.

[3]) Die Controversen der indirecten Kernteilung. Archiv für mikrosk. Anat. Bd. XXIII.

seine Bedeutung und definitives Schicksal noch nicht völlig bekannt sind, einstweilen noch nicht gerechtfertigt.

Der Nebenkern hat ein ausgebreitetes Vorkommen in den samenbildenden Zellen vieler Tiere. Er findet sich zunächst beim Säugetier (v. la Valette, Merkel, A. v. Brunn etc.), auch beim Menschen fehlt er nicht (Krause). Renson [1]) hat ihn besonders gewürdigt. Er hebt die Constanz seines Vorkommens in den verschiedenen Zellgenerationen hervor, sowie die vorzügliche Wirkung der Osmiumsäure für seine Conservierung, was ich völlig bestätigen kann. Er entsteht nach meinen Beobachtungen bei der Maus in den Spermatogonien innerhalb des Kernes als linsenförmiger homogener Körper, excentrisch an der Grenze gelegen. Weiterhin entfernt er sich mehr und mehr von dem Kern, der noch längere Zeit einen halbmondförmigen Ausschnitt an der Stelle, wo er gelegen hatte, zeigt nnd erst allmählich sich wieder abrundet.

Der Nebenkern nimmt gleichfalls eine mehr abgerundete Form an. Während der Mitosen ist er verschwunden, ohne dass ich bis jetzt sein Verhalten hierbei näher erforschen konnte; in den Tochterzellen tritt er wieder auf.

Er findet sich ferner bei den Arthropoden (v. la Valette, Balbiani, Metschnikoff, Bütschli-Grobben, Nussbaum).

Ebenso bei den Mollusken (v. la Valette, Keferstein, Duval, Nussbaum, Platner).

Beim Amphioxus wird er von Langerhans [2]) beschrieben, bei Branchiobdella von W. Voigt [3]). Fügt man noch Ascaris (Nussbaum, van Beneden und Julin) hinzu, so ergiebt sich eine stattliche Reihe, die sich wohl mit der Zeit noch vermehren wird. Auch ist es möglich, dass mir die eine oder andere Angabe in der Litteratur entgangen ist,

Ueber die Bedeutung und die Natur dieses Nebenkernes sind die Ansichten noch sehr geteilt. Es mag dies seinen Grund darin haben, dass sein oft etwas eigentümliches Verhalten gegen Tinctionen zu

---

[1]) La spermatogénèse chez les Mammifères. Arch. de Biologie. T. III. p. 291—334. Taf. XII et XIII. 1882.

[2]) Zur Anatomie des Amphioxus lanceolatus. Arch. f. mikrosk. Anat. Bd. XII.

[3]) Ueber Ei- und Samenbildung bei Branchiobdella. Arb. aus d. zool.-zoot. Inst. zu Würzburg. 1885.

Verwechselungen mit dem Kern geführt haben und dass neben ihm noch andere Einschlüsse im Protoplasma vorkommen, die man nicht von ihm zu unterscheiden gewusst hat. Nach meinen Beobachtungen, denen sich auch die v. la Valette's anschliessen, geht er aus der Substanz der Spindelfasern hervor und beteiligt sich an der Bildung des Schwanzes des Spermatosoms. Es ist möglich, dass er auch hier das bewegende Princip darstellt, während er sich an der Befruchtung nicht beteiligt. Fragt man nach den Gründen für die Ausschliessung der achromatischen Substanz bei einem so wichtigen Vorgang, so habe ich hierüber nur eine Vermutung mitzuteilen. Diese beruht auf der Regel, dass die Anzahl der chromatischen Elemente, welche die Aequatorialplatte bilden, eine mehr oder weniger constante ist. Durch das Chromatin selbst kann das nicht bedingt sein, denn während der Spermatogenese beobachtet man bei Ascaris immer das Auftreten von vier Schleifen, während in der Furchungsspindel sich nur zwei aus dem Kern des Spermatosoms bilden. In gleicher Weise sinkt die Zahl bei Arion hier auf zwei Stück. Es liegt auch kein Grund vor, das Protoplasma hierfür verantwortlich zu machen, folglich muss es die achromatische Substanz sein, welche hierauf regelnd einwirkt. Die Anzahl der Elemente in der Furchungsspindel würde, da ja zwei Kerne sich an ihrer Bildung beteiligen, zu gross werden, wenn von beiden auch die achromatische Substanz verwendet würde. Deshalb wird dieselbe von dem einen, dem männlichen Pronucleus, abgeschieden, während der weibliche Pronucleus wahrscheinlich durch die Richtungskörperchen eine entsprechende Einbusse an chromatischer Substanz erfährt, und die normalen Verhältnisse für die Spindelbildung sind gewahrt. Ich kann diese Ansicht hier nur unter der Form einer Vermutung mitteilen, wie ich schon erwähnt habe; möglich, dass die Resultate der weiteren Forschung sie als irrig erweisen, möglich auch, dass sie bestätigt wird.

Die Superiorität des Kernes über das Protoplasma ist durch die Arbeiten Hertwig's [1]), Strasburger's und Kölliker's [2]), denen die Resul-

---

[1]) Das Problem der Befruchtung und der Isotropie des Eies, eine Theorie der Vererbung. Jena 1884.

[2]) Die Bedeutung der Zellkerne für die Vorgänge der Vererbung. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. XLII. p. 1—46. 1884.

tate, zu welchen neuerdings Nussbaum [1]) über die Teilung der Infusorien gelangt ist, eine wesentliche Stütze verleihen, hinlänglich festgestellt. Ich schliesse mich ihnen hierin völlig an.

6) Die Annahme anziehender und abstossender Kräfte vermag die Erscheinungen der Karyokinese nicht zu erklären.

Die eigentümlichen Erscheinungen der Karyokinese legen auf den ersten Blick den Gedanken nahe, sie mit anziehenden und abstossenden Kräften in Beziehung zu bringen. So sagt z. B. Trinchese, dass wie Eisenfeile um die Pole eines Magneten sich das Protoplasma um die Pole der Spindel in der Form der Aster lagert, ein Vergleich, der treffend ist. Welcher Art müssten nun diese hypothetischen Kräfte sein? Zunächst würde von den Polen eine Abstossung ausgehen, welche die chromatischen Elemente nach dem Aequator treibt. Nach erfolgter Teilung derselben müsste sie einer Anziehung Platz machen. Diese kann aber nicht gleicher Art sein, da jedes Segment gleichweit von beiden Polen entfernt ist, sondern wird verschieden, etwa nach Art der positiven und negativen Electricität, sein müssen, ebenso wie den Segmenten jedes Zwillingspaares verschiedene Affinitäten zugelegt werden müssten, sodass das negative nach dem positiven Pol und umgekehrt rückt. Damit die Streckung der Spindel zustandekommen kann, wird ferner eine abstossende Kraft, welche die Tochterelemente von einander entfernt, die von beiden Polen auf einander ausgeübte Anziehung überwiegen müssen. Letztere würde die Folge haben, dass zwei Spindeln in demselben Protoplasma sich parallel ordneten, die umgekehrten Pole einander benachbart, was doch nicht der Fall ist. Ebenso würde eine starke Annäherung der Pole, wie sie bei ausgedehnter Krümmung der Spindel sich häufig findet, damit ausgeschlossen sein, es müssten vielmehr diese immer in gerader Linie auseinander rücken. Ein ganzes Heer von Erscheinungen, die ich wohl nicht noch einzeln aufzuzählen brauche, bleibt dabei unerklärt. Ich glaube daher, dass solche hypothetische Kräfte nicht nur bei dem jetzigen Zustand der Kenntnisse über die Karyokinese unzureichend sind, sondern überhaupt keine Zukunft haben.

---

[1]) Ueber die Teilbarkeit der lebendigen Materie. 1. Mitteil. Die spontane und künstliche Teilung der Infusorien. Arch. f. mikrosk. Anat. Bd. XXVI.

Auch die von Roux [1]) gemachte Annahme verschiedener Qualitäten der chromatischen Elemente der Aequatorialplatte würde, falls sich die Angabe Carnoy's, dass dieselben ungeteilt nach den Polen rücken können, bestätigt, hinfällig werden.

7) Die Teilung des Protoplasma ist ein rein mechanischer Vorgang.

Dies ist in der Hauptsache auch die Ansicht Carnoy's, und die Gründe, welche er dafür anführt, sind beweisend, sodass ich auf die oben gegebene Anführung derselben hier verweisen muss. Wie ein Tropfen Quecksilber, den man mit zwei amalgamierten Nadeln auseinanderzieht, sich verlängert, bisquit-hantelförmig wird und sich schliesslich in der Mitte durchschnürt zu zwei Kügelchen, so bewirkt die sich streckende Spindel die Entstehung der beiden Tochterzellen. Die bei der oft stattfindenden Knickung wirkenden, ebenfalls rein mechanischen Momente sind an den entsprechenden Stellen bereits gewürdigt.

Ich stehe am Schluss meiner Auseinandersetzung. Ich habe gezeigt, wie eine ganze Reihe von Erscheinungen der Karyokinese sich auf das mechanische Moment der Plasmabewegung zurückführen lässt. Ich habe aber daneben immer auch diejenigen Vorgänge hervorgehoben, die einer solchen Erklärung Trotz bieten.

Dadurch wird es jetzt möglich, zwei streng von einander zu scheidende Arten von Veränderungen gegenüber zu stellen, nämlich einmal solche der Lage und zweitens solche der Form. Principiell ist diese Trennung nicht, da letztere nur Veränderungen der Lage der kleinsten Teilchen darstellen, damit fallen sie aber in das Gebiet der molecularen Thätigkeit der organisierten Materie, von der unser Wissen ein noch sehr geringes ist. Erklärungen hierüber zu geben, ist aber von vornherein nicht meine Absicht gewesen. Die in der Zelle selbst durch chemische Processe oder Bewegungen der contractilen Substanz hervorgerufenen oder durch den Eintritt des ernährenden Fluidum bewirkten Plasmaströmungen genügen wohl, um die Ortsveränderungen der mikroskopisch wahrnehmbaren geformten Teilchen verständlich zu

[1]) Ueber die Bedeutung der Kernteilungsfiguren. Leipzig 1883.

machen, nicht aber um die einmal stattfindende Verschmelzung der Körnchen zu Strängen und das andere Mal wieder erfolgende Auflösung der letzteren Elemente in ersteren zu erklären, wenn sie auch die Richtung, in welcher diese Vorgänge stattfinden, bedingen und dieselben zum Teil veranlassen.

Nachtrag.

Die Construction eines Schema wie Holzschnitt 1 ist immer möglich, wenn die Zahl der primären chromatischen Elemente gerade ist und nicht weniger als 4 beträgt, denn die Gesamt-Zahl der Tochterelemente muss, eine normale Teilung vorausgesetzt, durch 4 teilbar und nicht kleiner als 8 sein. Vergleicht man die seither gemachten Erfahrungen hiermit, so ergiebt sich als Minimalwert für die chromatischen Elemente 4 Stück (Ascaris) entsprechend 8 Tochterelementen, ferner für Salamandra 24, Helix 24, Pygaera 30, also nur gerade Zahlen.

Erklärung der Taf. XVII.

Sämtliche Figuren, mit Ausnahme von Fig. 25 und 26, welche bei einer Vergrösserung von Zeiss, Objectiv F, Ocular 2 angefertigt wurden, sind bei starker Vergrösserung (homog. Imm. $^1/_{15}$) unter Verwendung des Abbe'schen Beleuchtungsapparates entworfen.

Fig. 1—24. Teilung der Spermatocyten.

Fig. 1. Ruhezustand der Zelle. Kern central gelegen, Protoplasma längsstreifig. Eigentümlicher Körper in dem letzteren, die Zellen verbindend.

Fig. 2. Spermatocyten von Helix mit Nebenkern und eigentümlicher Verbindungsbrücke der Zellen.

Fig. 3. Kern nach der Spitze der Zelle rückend; aus demselben Follikel, wie Fig. 4 und 5 stammend.

Fig. 4 und 5. Kern, an der oberen Zellgrenze liegend; erstes Auftreten der Polkegel; eigentümliche Excrescenzen der Zelle an ihrem oberen Ende; beginnender Zerfall des Kerngerüstes.

Fig. 6. Auftreten der Aster ausserhalb der Zellgrenzen; Kerngerüst, beinahe vollständig in sphärische Körperchen aufgelöst.

Fig. 7. Zunahme der Polkegel, welche die Kernmembran nach innen einbuchten; Kerninhalt, nur aus sphärischen Elementen bestehend.

Fig. 8. Auflösung der Kernmembran an den Polen; die sphärischen Elemente treten mit den Strängen der Polkegel in Verbindung.

Fig. 9. Die chromatischen Elemente nähern sich durch Verlängerung der Fäden denen sie inseriert sind, dem Aequator. Querschnitt.

Fig. 10. Auftreten vereinzelter, Microsomen enthaltender Stränge. Querschnitt der Zelle.

Fig. 11. Verbindung der achromatischen Strahlen zu Spindelfasern; der chromatischen Substanz zu unregelmässig verteilten Stäbchen. Die Spindel streckt sich, wodurch die Aster innerhalb der Zelle treten. Die Kernmembran schwindet.

Fig. 12. Die Aster rücken nach dem Inneren der Zelle, wodurch sich die deutlich zwei Absätze zeigende Spindel krümmt, Anordnung der Aequatorplatte weiter fortgeschritten, jedoch noch nicht vollendet.

Fig. 13. Aequatorplatte geordnet; die Aster über die ganze Zelle ausgebreitet. Die Chromatinstäbchen zeigen eine mittlere Einschnürung.

Fig. 14. Querschnitt der Spindel· die Aequatorialplatte, welche 30 Elemente erkennen lässt, von einem hellen Hof umgeben.

Fig. 15. Längsteilung der Chromatinstäbchen. Jedes Tochterelement zeigt eine hantelförmige Gestalt.

Fig. 16. Dislocation der Aequatorialplatte. Die Tochterstäbchen rücken auf getrennten Spindelfasern auseinander, sich dabei etwas drehend.

Fig. 17. Starke Reduction des Querdurchmessers der Spindel, wodurch die Tochterelemente wieder parallel gegen einander gerichtet werden. Verlängerung der Spindel. Verschwinden ihrer Differenzierung in zwei Absätze.

Fig. 18. Weitere Verlängerung der Spindel. Einschnürung, von der freien Seite de Zelle beginnend; Polplatten mehr rundlich.

Fig. 19. Auftreten eines hellen Hofes um die nach der freien Seite der Zelle hin aus dem Bereich der Spindelfasern herausrückenden Polplatten.

Fig. 20. Kerne der noch zusammenhängenden Tochterzellen, ausgebildet; an denselben, welche nur sphärische Chromatinelemente enthalten, treten schon wieder neue Aster auf.

Fig. 21. Auftreten der neuen Kernmembran an der Grenze desselben Hofes, zuerst nach der Basis der Zelle hin entstehend. Spindelfasern noch erhalten.

Fig. 22. Die Spindelfasern werden den Protoplasmasträngen ähnlich, divergieren nach den Polen hin. Ein Aster ausserhalb der Zellgrenzen.

Fig. 23. Bildung der Spermatiden. Von den oberen Teilen der Spindelfasern lösen sich eine Anzahl Körnchen ab.

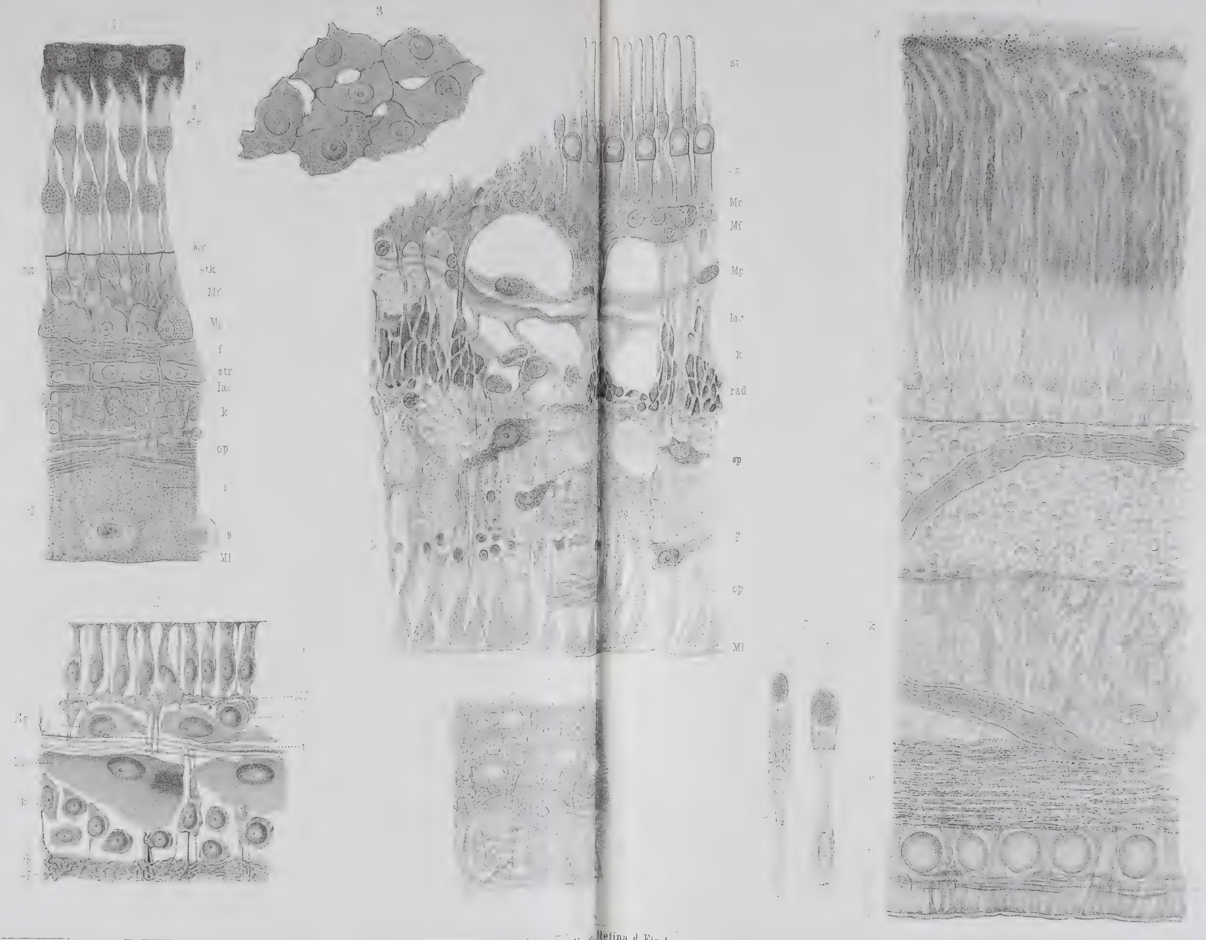
Fig. 24. Die Körnchen sind teilweise mit einander verschmolzen. Der Rest der Spindelfasern hat sich in einen grossen granulierten Nebenkern verwandelt. Kern der Spermatide im Entstehen begriffen.

Fig. 25 und 26. Teilung der Flimmerepithelien in der Epididymis der Maus. Der Kern rückt dabei an die obere Zellgrenze. Die Teilung erfolgt parallel der Flimmerfläche.

Fig. 27. Riesenzelle (Spermatocyte), zwei auf einander senkrecht stehende Spindeln enthaltend.

Fig. 28—31. Oft sich findende abnorme Teilung der Spermatogonien.

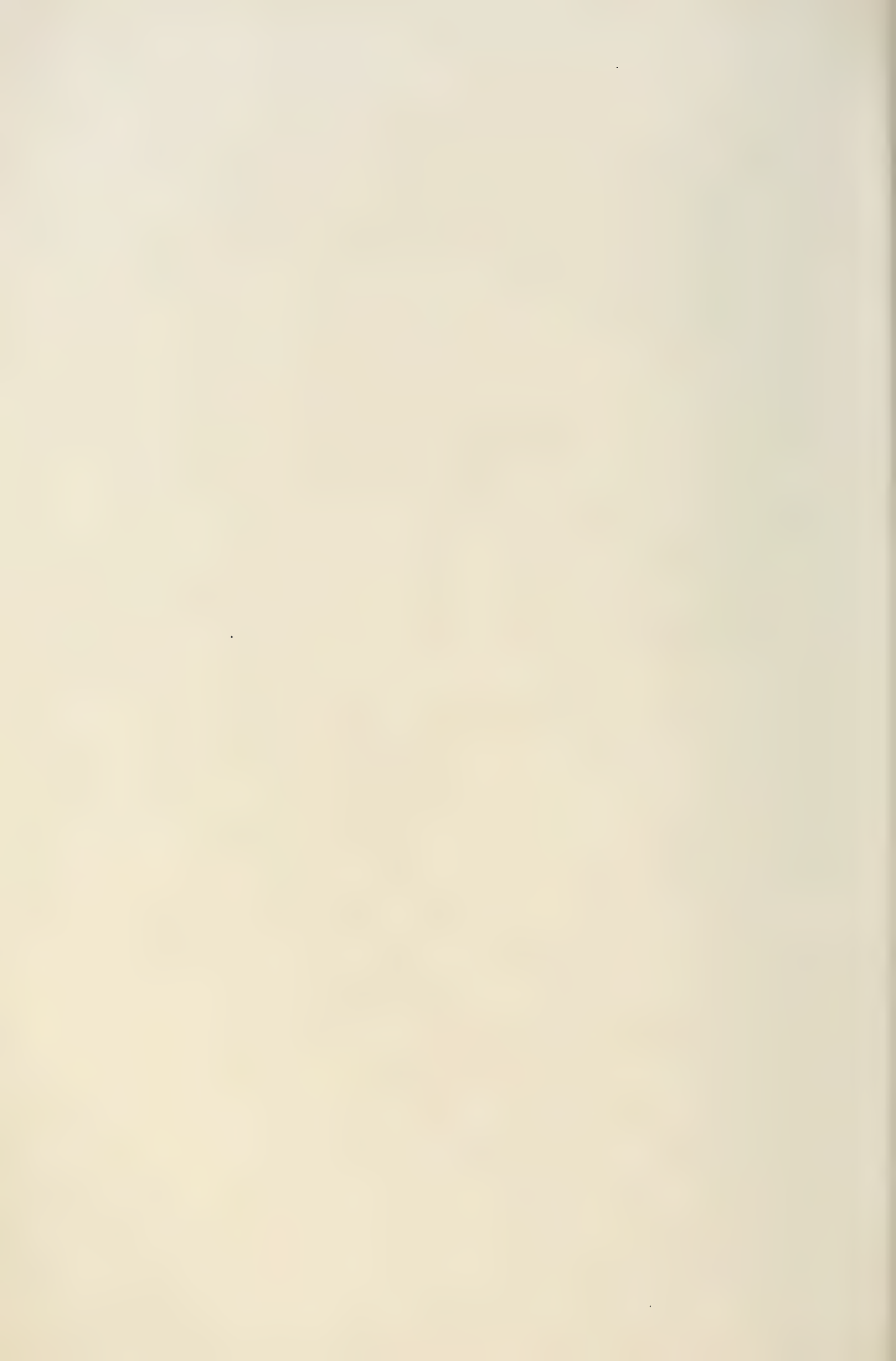
Druck von Leopold & Bär in Leipzig.

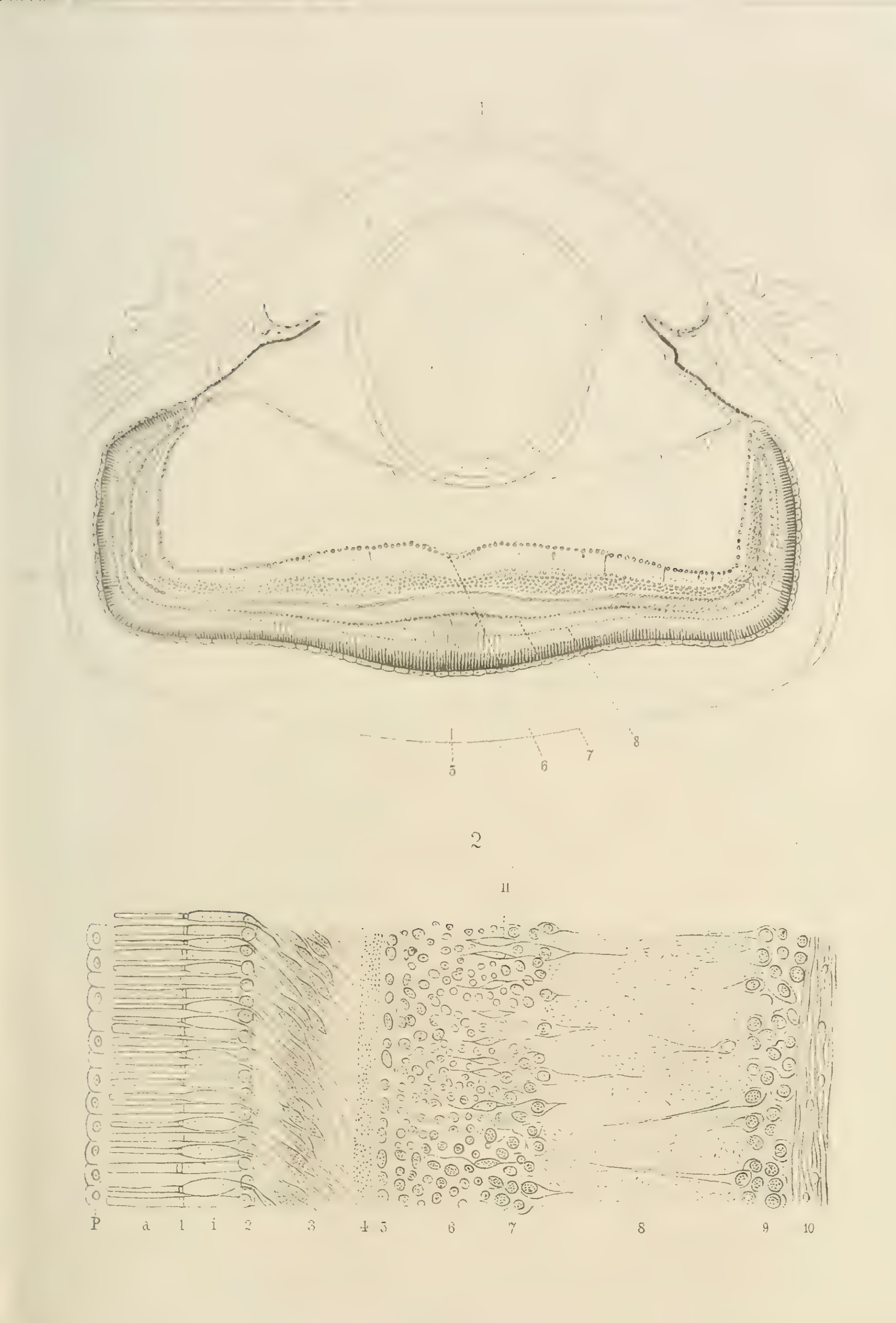


Peters del.

Zu W. Krause, Retina d. Fische.





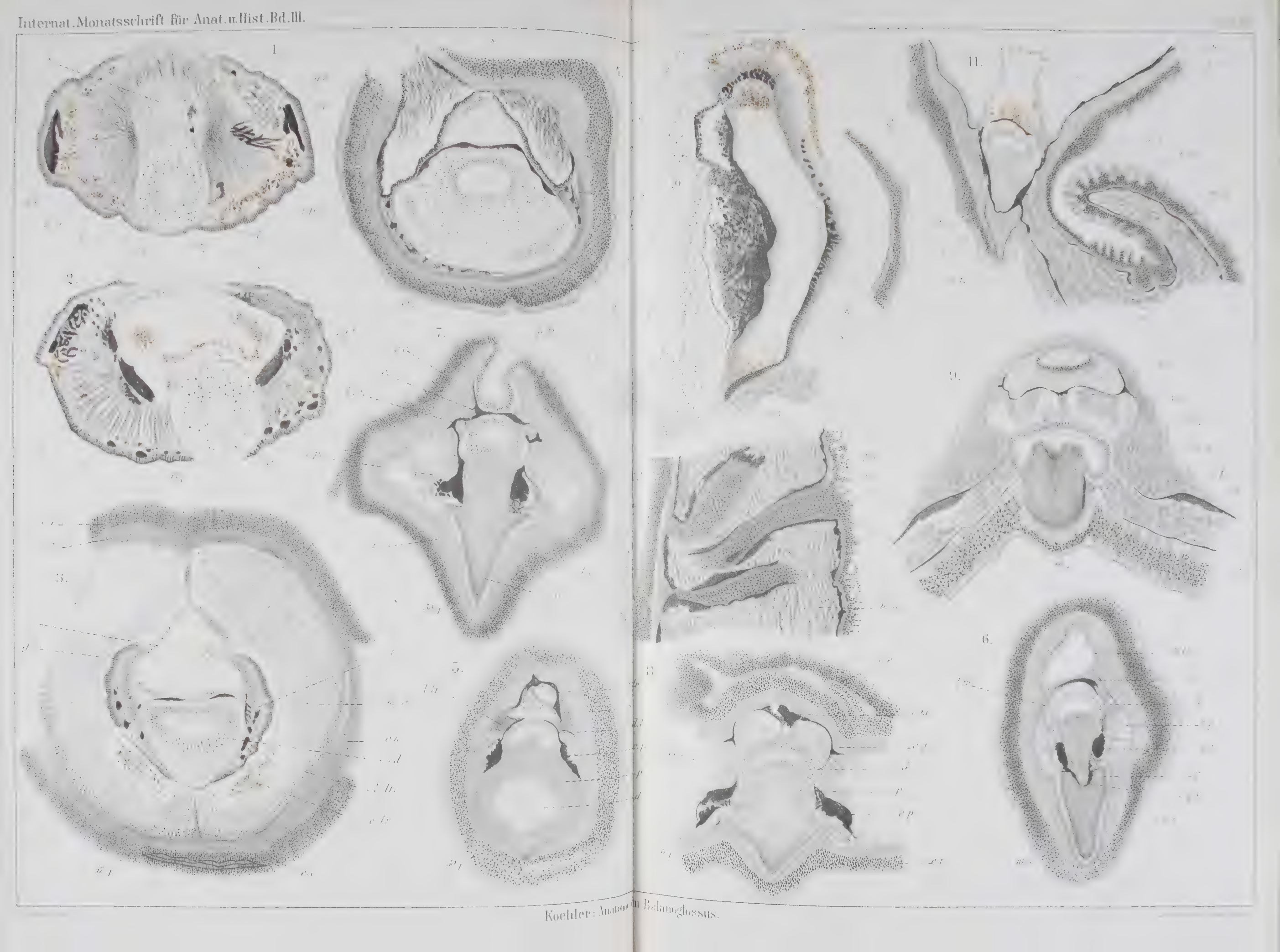


Carrière del.

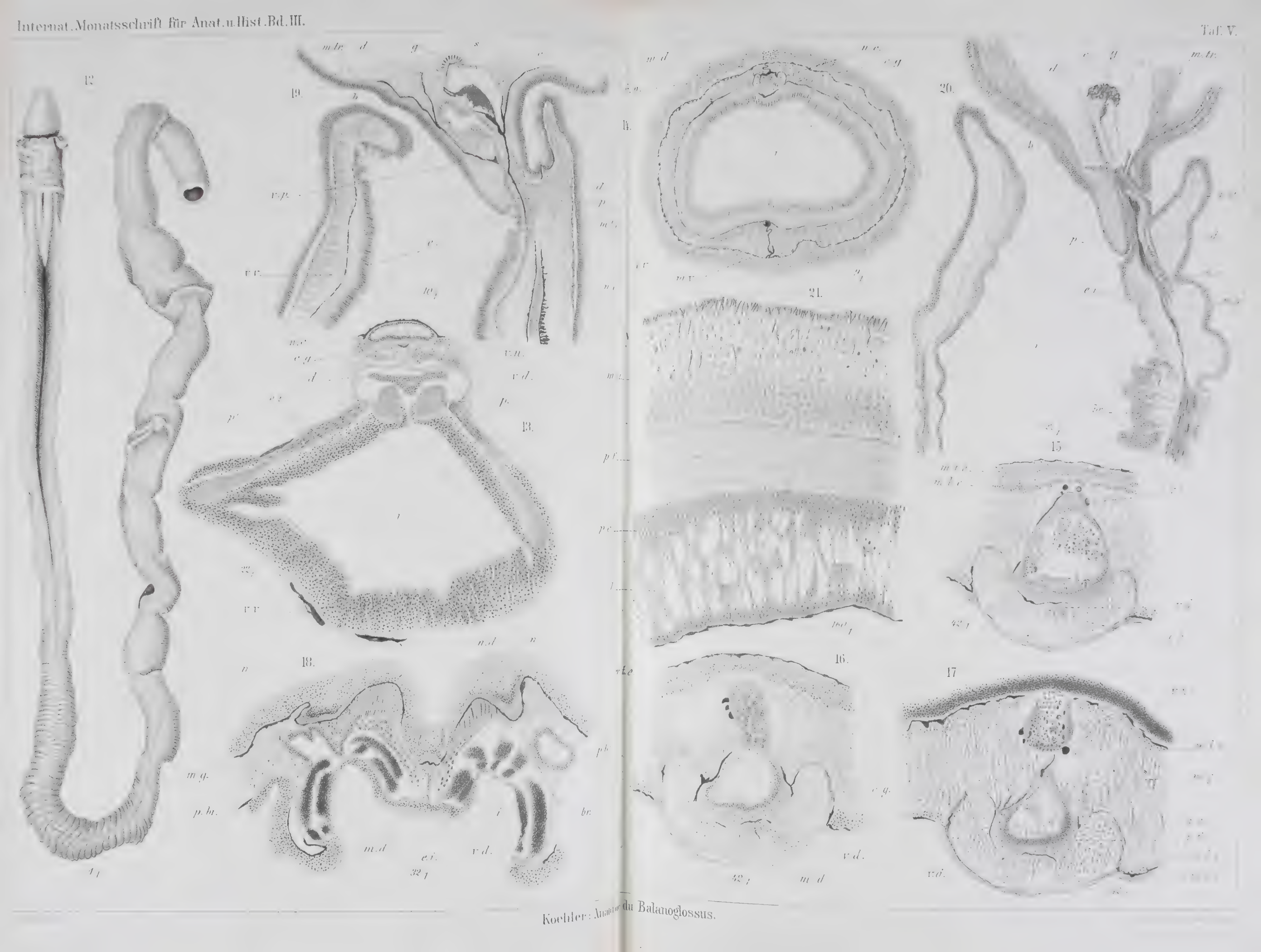
Zu W. Krause, Retina.

Artist. Anst. v. Th. Fischer, Cassel.









Koehler: Anatomie du Balanoglossus.





Koehler: Anatomie du Balanoglossus.





1

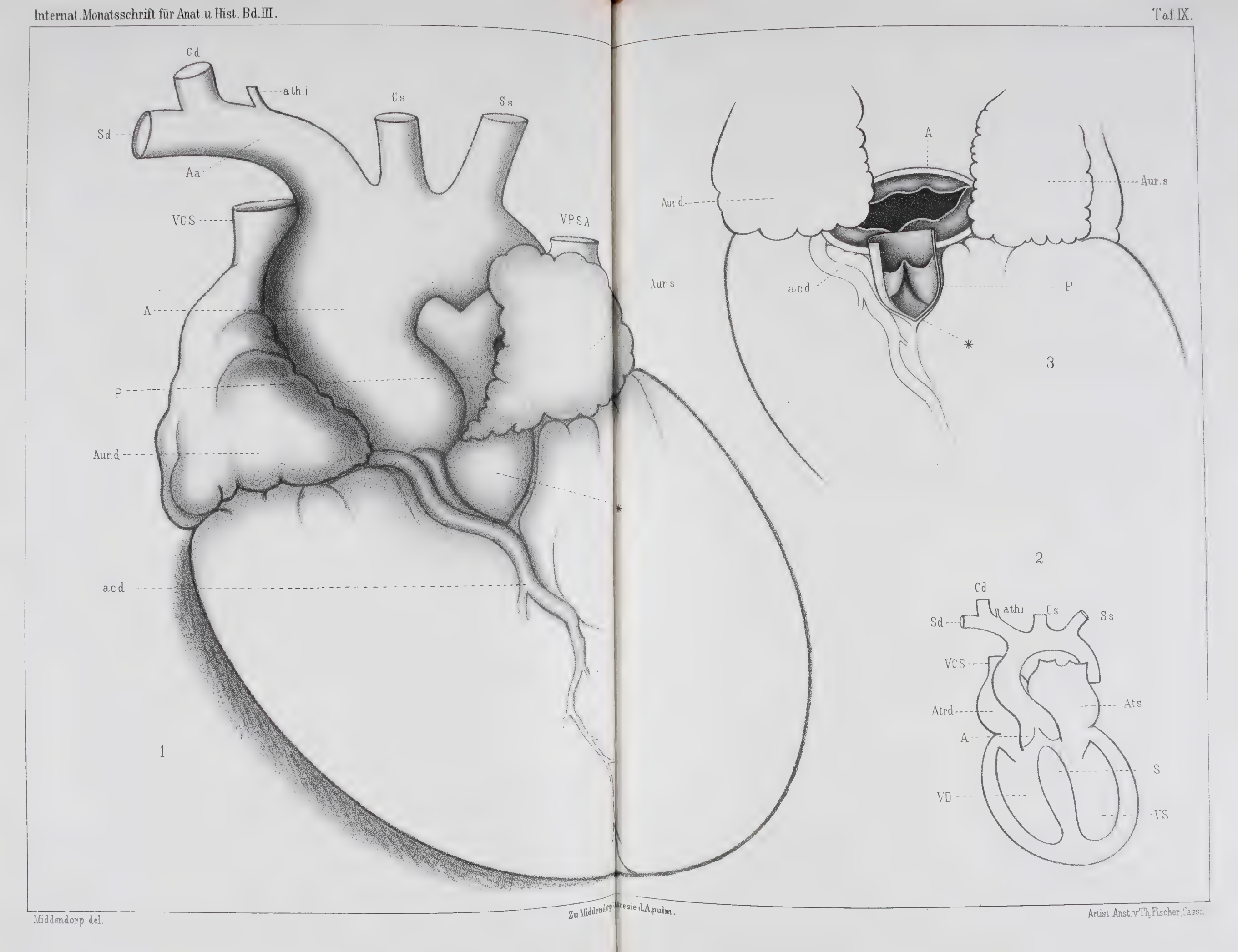
2

3

Canalis, tiss[u] hépatique.

Artist. Anst. v. Th. Fischer Cassel.



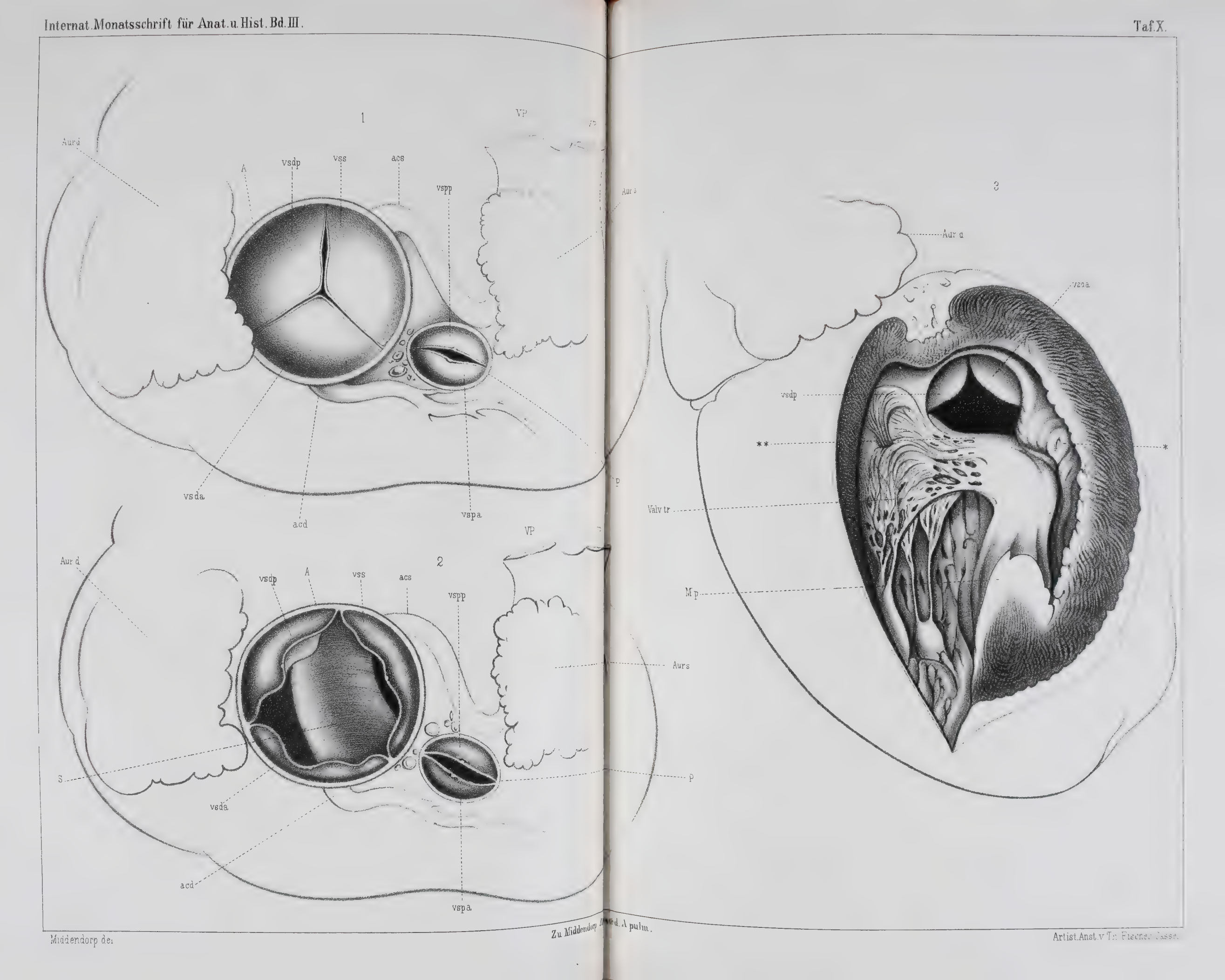


Middendorp del.

Zu Middendorp: Atresie d. A. pulm.

Artist. Anst. v. Th. Fischer, Cassel.



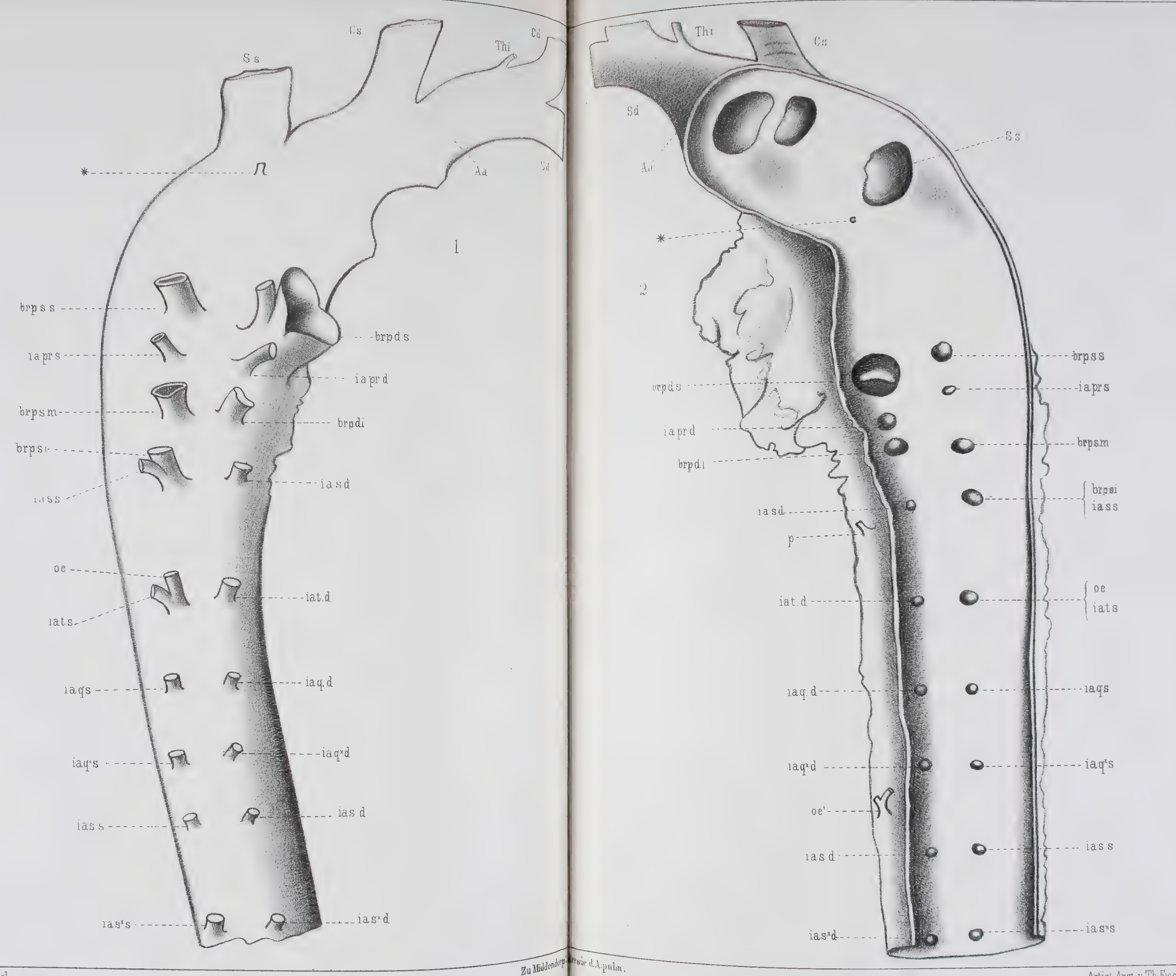


Middendorp del.

Zu Middendorp, ... d. A pulm.

Artist. Anst. v. Th. Fischer Cassel.

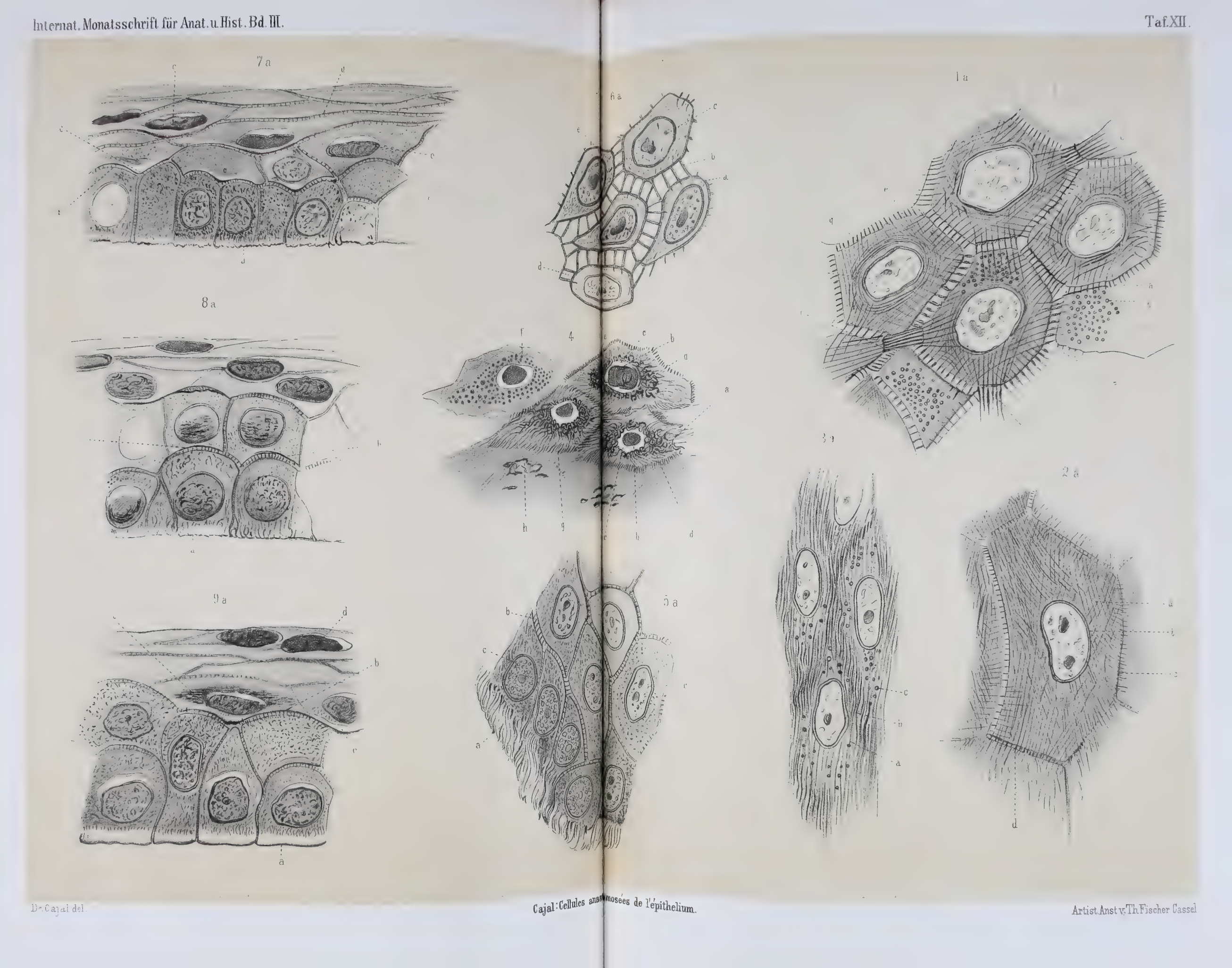




Zu Middendorp, Genesie d. A. pulm.

Artist Anst. v. Th. Fischer, Cassel

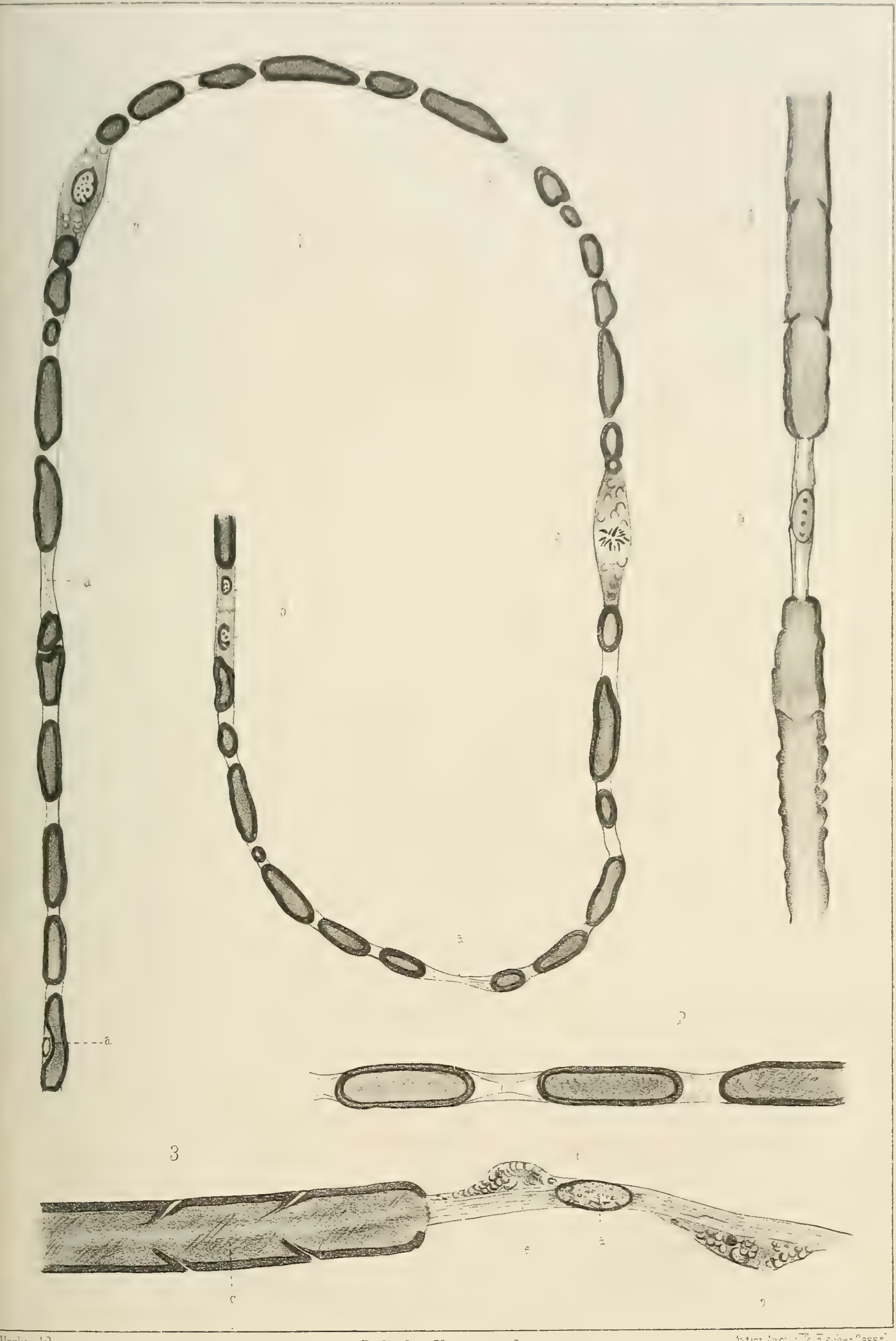




Cajal: Cellules anastomosées de l'epithelium.

Dr. Cajal del. Artist. Anst v. Th. Fischer Cassel





Hanken del.

Zu Hanken: Nervenquetschung.

Artist. Anst. v. Th. Fischer Cassel.

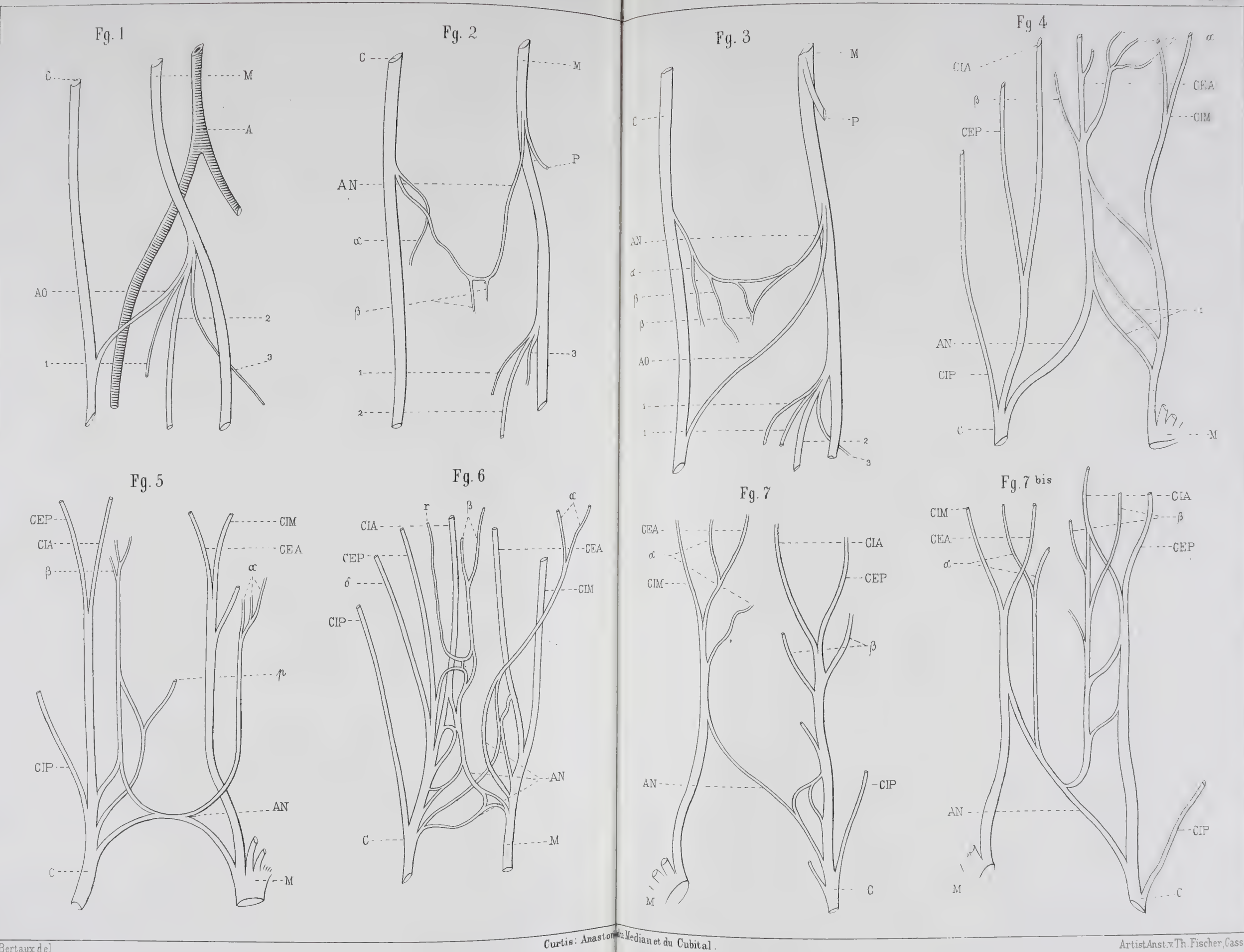




Zu Krause: electr. Organ.

Lith. Anst. v. E. A. Funke, L.





Bertaux del

Curtis: Anastom. du Median et du Cubital.

Artist. Anst. v. Th. Fischer, Cassel



1 M IX X I sp v W

2 V sp II III IV sp V * r.l r.i

3 V sp IV V * sp r.i

4 V II III sp IV * sp V r.l r.i

5 V IV V sp * sp r.i

6 V sp v * * r.i

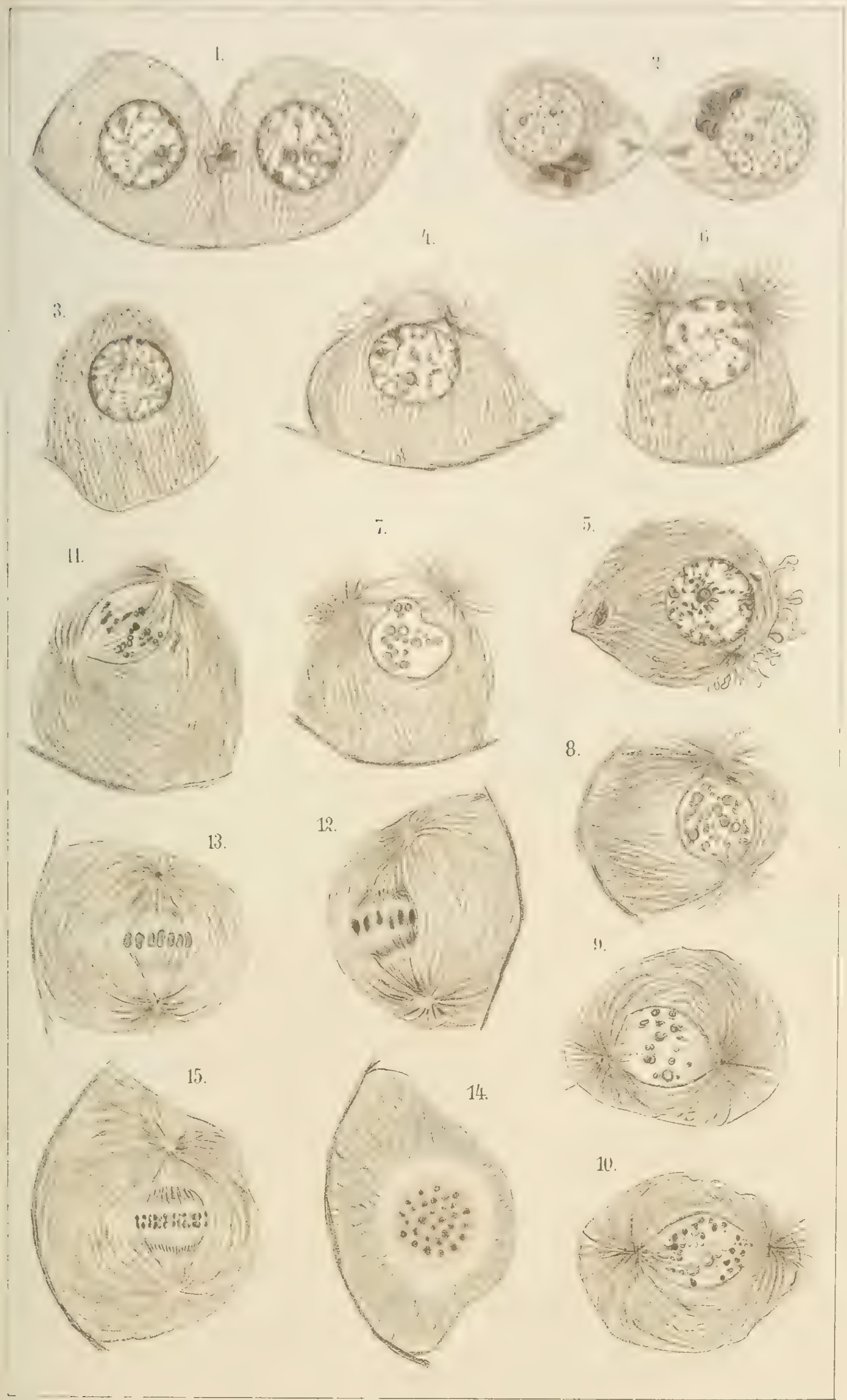
7 V sp rb * r.i r.l

8 V sp * sp r.i

a 9 b r br R.l

Ónodi del. Ónodi: Nerven der Selachier. Artist. Anst. v. Th. Fischer, Cassel.

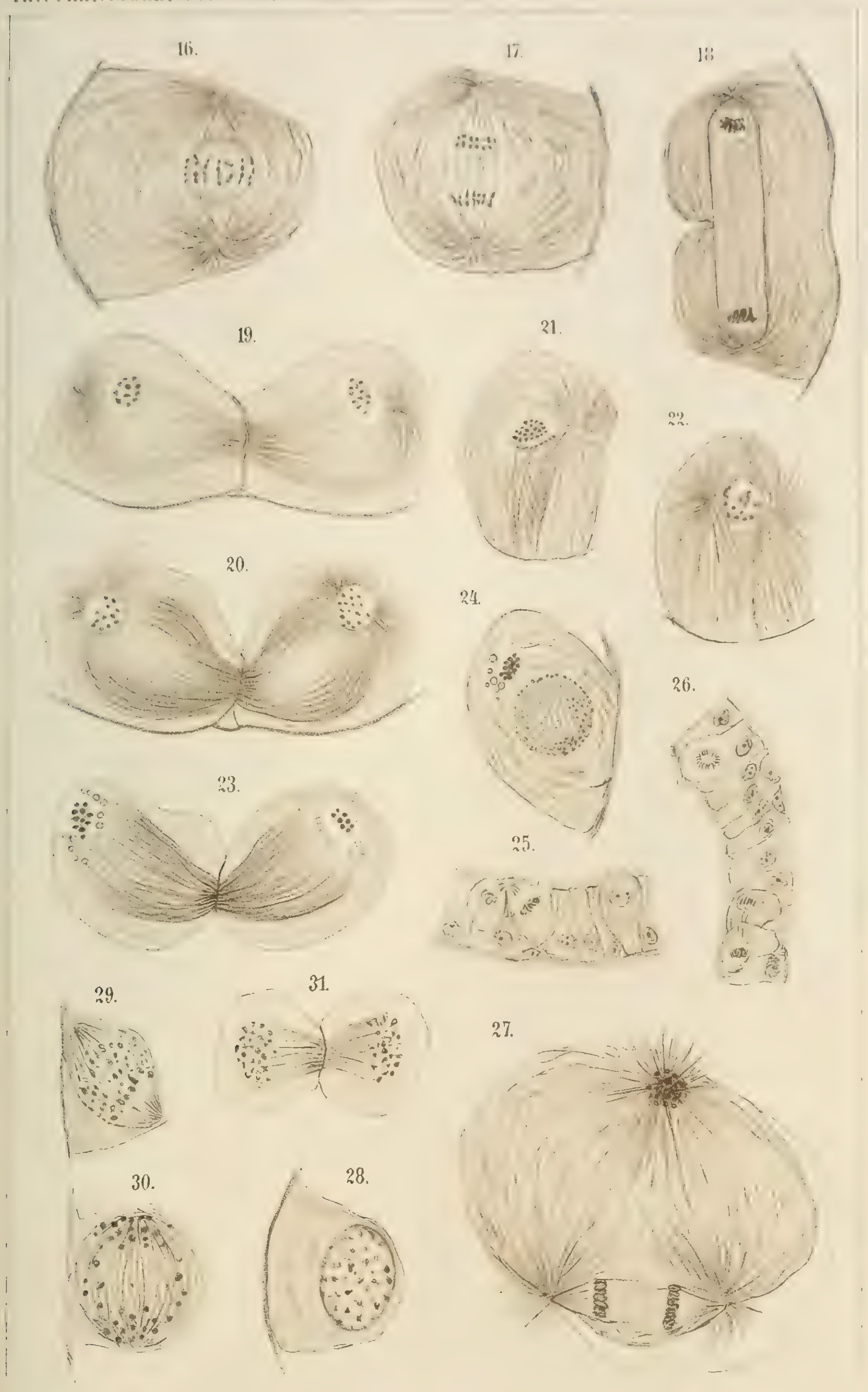




Lith. Anst. E. A. Funke, Leipzig.

Zu Platner: Karyokinese.





G. Platner, gez.

Lith. Anst. E. A. Funke, Leipzig.

Zu Platner: Karyokinese.









